

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2022.02.026

乡村道路桥涵结构设计的控制分析

潘嵩崧, 罗森平

(广东省建筑设计研究院有限公司, 广东 广州 510010)

摘要: 随着国家经济的日益发展以及乡村振兴战略方针的实施, 近来有越来越多的乡村道路进行改造、提升。以广东省粤北某美丽乡村项目为工程背景, 从乡村道路的实际使用情况出发, 运用有限元法分析村道内桥涵结构的受力情况, 并对其进行分析研究, 为乡村道路桥涵结构改造提供了有益的参考。

关键词: 乡村道路; 有限元; 设计控制; 桥涵结构; 乡村振兴

中图分类号: U442.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)02-0091-03

0 引言

乡村道路上的桥涵结构设计多参考《城市桥梁设计规范》^[1], 设计荷载多采用城 A 或城 B。在乡村道路实际车流量较小, 极少有重车通行的车况下, 参考《城市桥梁设计规范》进行结构设计一般会产生一定的浪费。考虑乡村振兴战略方针, 近期应有大量乡村道路需要进行改造、提升。因此对乡村桥涵结构进行分析, 优化结构设计是具有实际意义的。

1 工程概况

为积极响应国家关于乡村振兴战略方针、政策, 广东省某村镇决定进行乡村道路整体化提升改造, 本文以此美丽乡村改造项目为蓝本进行论述。本项目工程处总面积约为 28 km², 道路宽度控制为 2.5 ~ 6 m, 项目总体范围见图 1。



图 1 项目范围示意图

2 结构选型

本项目内村道跨越的均为当地沟渠, 其沟渠的

净跨度以 3 ~ 16 m 居多。参考《公路涵洞设计规范》(JTG/T 3365-02-2020), 在道路跨越排水沟槽处、通过农田排灌渠道处、平原区路线通过较长的低洼或泥沼地带、傍山或沿溪路线暴雨时径流易集中地带以及边沟排水需要时, 均应设置涵洞^[2]。对于净跨 2 m 及以下的沟渠, 宜首选采用预制管涵结构。对于净跨 2 ~ 10 m 的沟渠, 宜首选箱涵结构。对于 10 ~ 18 m 跨径的沟渠, 可从预制板梁、现浇箱梁、小拱桥、箱涵结构中选择。

(1) 若采用预制板梁桥, 中小桥常用跨径有 10 m、13 m、16 m, 可直接选用适当跨径的上部结构拼装使用, 见图 2。但由于乡村道路多较为偏远, 运费较高。且村道路宽较小, 应对运输路线进行现场调查, 确认预制梁是否可以运达。同样考虑到运输、吊装的限制, 对于单跨大于 16 m 的桥梁, 不建议采用预制板的形式进行施工。



图 2 预制板梁桥

(2) 若采用现浇箱梁桥或小拱桥, 则需雇佣有经验的施工单位, 按顺序施工桩基、承台、桥台、主梁, 见图 3。其优点在于可以做出多种造型, 景观性较好。其缺点在于现浇桥梁施工较为复杂, 工序较为繁琐, 对施工队要求较高。

(3) 对于 10 ~ 18 m 跨径的沟渠, 至多可采用三孔

收稿日期: 2021-06-25

作者简介: 潘嵩崧(1992—), 男, 硕士, 工程师, 从事桥涵结构设计工作。



图3 现浇拱桥

净宽 6 m 的多孔箱涵,见图 4。其优点在于结构整体性较好,经久耐用,施工简单,工期较短,可就近雇佣施工队伍进行施工。其缺点在于结构形式单一,景观性较差。



图4 多孔箱涵

综上,对于乡村道路跨越沟渠,同时考虑当地的自然条件、材料来源、施工能力,便于养护等等因素,采用单孔或多孔箱涵跨越沟渠最为经济与合理。当跨径大于 18 m 或设计景观性要求较高时,可酌情考虑采用现浇或预制梁桥结构。

3 设计荷载

乡村桥涵设计暂无单独规范,一般采用城市桥涵的结构设计规范,目前使用的是《城市桥梁设计规范》(CJJ 11—2011)(2019 版),其结构设计荷载主要分为城-A 级与城-B 级。其中城-A 级车辆荷载采用单车 70 t 重车标准,城-B 级车辆荷载采用单车 55 t 重车标准。

但是桥涵实际承受的荷载,仅取决于桥涵顶面道路的实际交通车辆。由于乡村一般仅作为交通网中的末节,其交通组成也鲜有大型交通车辆,多以电动车、摩托车、三轮车以及私家车为主。此时若桥涵设计仍采用 55 t 甚至 70 t 的重大型货车作为设计荷载,即使进行折减也是过于保守的。

因此,桥涵的设计荷载,需与道路等级,路面净宽,设计车速等结合起来。参考粤北某美丽乡村改造项目,其村道净宽控制在 2.5~6 m 之间,现以实际项目为例对乡村道路荷载等级进行划分。

对于路宽 3~6 m 之间的道路,位于村道主干路上,用于通行中小货车、农用拖拉机以及私家车等。

参考《机动车运行安全技术条件》^[1](GB 7258—2017),其载重不得超过 14 t,考虑农用车辆存在超载的情况,建议采用汽-20 作为设计荷载。汽-20 为《公路工程技术标准》^[4](JTJ01-88)提出的汽车荷载。经调研建国以来过去很多乡村城镇采用汽-20 作为桥涵结构的设计荷载,使用至今少有因桥涵结构垮塌造成的安全事故,说明旧时采用的设计荷载等级还是可行的。

对于路宽小于等于 3 m 的道路,位于村道支路上,多通行三轮车、摩托车、私家车等,建议采用汽-15 作为设计荷载。对于三轮车、私家车,其自重多在 0.7~1.8 t 之间,且托运空间及承载能力有限,汽-15 作为设计荷载完全能满足使用要求。村道荷载标准见表 1。

表1 村道荷载标准表

荷载等级	路面净宽/m	设计车速/(km·h ⁻¹)	车辆荷载/t
城-B	$L \geq 6$	不大于 40	55
汽-20	$3 \leq L < 6$	不大于 30	20
汽-15	$L < 3$	不大于 30	15

当然,随着经济的发展,一些发达的乡村以及小城镇与外界的物资交换日益频繁,交通车辆或将不限于小型车辆,也有可能可能会出现大型货运车辆等。因此,在一些发达地区的乡村桥涵的设计荷载也不能一味的低于其他道路系统上的桥涵,而应该考虑其交通发展的情况,合理的确定设计荷载。乡村之间的主干路,其路宽多大于 6 m,设计车速可大于 40 km/h,此时考虑其交通网节点的作用,建议设计荷载采用城-A,以保证其交通运输的作用。

4 跨渠结构推荐形式

如前文所述,乡村道路多跨越当地沟渠,跨径多小于 18 m,综合考虑施工条件、经济指标,在此跨径下建议首选涵洞结构。对于跨径小于 2 m 的沟渠,推荐采用预制管涵结构,可对应渠宽直接购买使用市面上的成品管涵。对于跨径在 2~18 m 范围内的沟渠,推荐采用箱涵结构。现根据不同的跨径,对箱涵结构进行分类,见表 2。

箱涵结构见图 5,建议在箱涵侧墙与顶底板之间设置 20 cm × 20 cm 的倒角,其结构基础推荐采用素混凝土垫层+碎石垫层的形式,但需根据实际地质条件进行调整。若箱涵底淤泥较厚,可考虑采用搅拌桩+碎石垫层作为箱涵基础;若箱涵底基岩较强,可考虑利用基岩作为天然地基,仅设置一层 C20 素混

表2 箱涵结构尺寸表

单位:m

沟渠跨径	箱涵样式	单孔净宽 L_0	结构顶底及侧墙板厚 B	结构中墙板厚 b
2 m	单箱单室	2.00	0.25	—
3 m	单箱单室	3.00	0.30	—
4 m	单箱单室	4.00	0.40	—
5 m	单箱单室	5.00	0.50	—
6 m	单箱双室	3.00	0.30	0.3
7 m	单箱双室	3.50	0.35	0.3
8 m	单箱双室	4.00	0.40	0.3
9 m	单箱双室	4.50	0.50	0.4
10 m	单箱双室	5.00	0.50	0.4
11 m	单箱三室	3.67	0.35	0.3
12 m	单箱三室	4.00	0.40	0.3
13 m	单箱三室	4.33	0.40	0.3
14 m	单箱三室	4.67	0.45	0.4
15 m	单箱三室	5.00	0.50	0.4
16 m	单箱三室	5.33	0.50	0.4
17 m	单箱三室	5.67	0.50	0.4
18 m	单箱三室	6.00	0.55	0.4

混凝土作为施工面层。

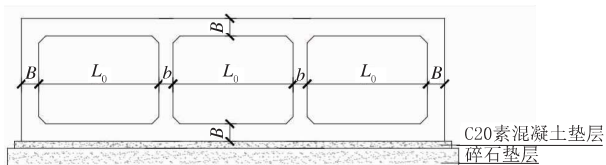


图5 箱涵结构

5 推荐结构计算

参考以上设计荷载及结构形式,分别对应单箱单室箱涵、单箱双室箱涵、单箱三室箱涵进行结构计算。本次计算采用 midas CIVIL 空间有限元软件,用板单元模拟箱涵顶底板及侧墙,用弹性连接模拟土体对箱涵结构的土弹簧约束作用,计算荷载主要考虑板顶车载、板顶土压力、侧向土压力以及底板水浮力。箱涵有限元模型见图6。

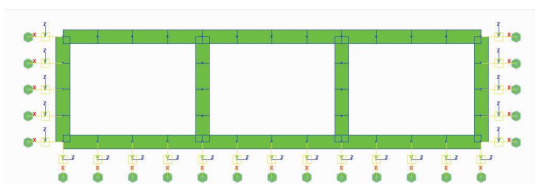


图6 箱涵有限元模型

6 推荐结构配筋

对于箱涵结构配筋,多采用顶底板及侧墙钢筋焊接成一个钢筋骨架形式,其通用配筋形式见图7、图8。

对于箱涵结构,其顶底板横向1号与4号钢筋,

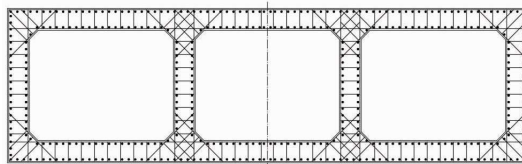


图7 单箱三室箱涵结构配筋形式

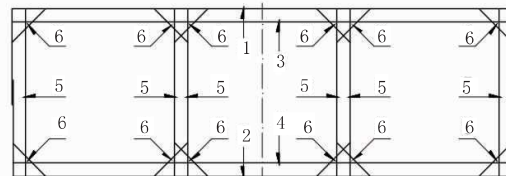


图8 单箱三室箱涵结构配筋骨架

及侧墙竖向5号钢筋为受力主筋,需焊接成钢筋骨架,钢筋直径多采用16~32 mm。对于其断面纵向钢筋及倒角钢筋为构造钢筋,直径多采用12~16 mm。结合有限元计算结果,对于城-A荷载作用下的箱涵,其钢筋指标可按250 kg/m³估量。对于城-B荷载作用下的箱涵,其钢筋指标可按220 kg/m³估量。对于汽-20荷载作用下的箱涵,其钢筋指标可按180 kg/m³估量。对于汽-15荷载作用下的箱涵,其钢筋指标可按160 kg/m³估量。

7 附属结构优化

7.1 桥面系

对于乡村道路,其路面结构多采用混凝土路面及铺石路面。对于预制空心梁板桥,可加厚现浇层,直接利用现浇层混凝土作为路面结构。若采用现浇箱涵结构,可考虑将箱涵顶板加厚,加铺一层钢筋网作为路面层,见图9。



图9 箱涵顶板兼做路面层

7.2 防撞护栏

参考公路桥涵设计规范,一般跨越河涌的桥涵结构,均需设置防撞墙。但对于乡村道路多跨越小型河涌沟渠,且设计车速较低,桥涵可考虑不设计防撞墙,以高基座栏杆替,见图10。

8 结语

本文从实际项目出发,统计了某县区内乡村道路的跨河形式,综合比选了各结构的优劣性,并按照

(下转第110页)

否可观,需另外衡量。

4 结 语

钢混结合梁桥的混凝土顶板受拉问题是该类桥新的设计难点之一,可通过调整结合前梁体状态,优化成桥内力状态,设计灵活度大。以三跨连续钢混结合梁为背景,分析了顶升法对内力的调整和联合临时支撑时混凝土顶板内力优化效果。

当连续钢混结合梁跨度较大或者二期恒载相对梁体自重较大时,宜首先采用合理的措施进行整体内力状态优化,然后针对局部区域混凝土采取加强措施或者精细化内力优化措施。

钢混结合梁内力优化措施多,运用灵活,应结合

工程条件和结构特点,综合作用效果、经济性、适用耐久性等各方因素选择。本文提出的联合临时支撑的顶升措施可以在整体内力调整的基础上兼顾局部优化,利用已有施工支架作为梁体临时支撑,效果和**经济性十分理想。

参考文献:

- [1] 邵长宇.梁式组合结构桥梁[M].北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [2] 邓淑飞,等.钢-混组合连续梁负弯矩区设计方法研究[J].黑龙江科技信息,2012(13):254-255.
- [3] 王世峰,黄海欧,等.钢混结合梁梁板起顶结合技术[J].中国港湾建设,2012(5):66-69.
- [4] 聂建国,等.抗拔不抗剪连接新技术及其应用[J].土木工程学报,2015(4):7-14,58.
- [5] JTG/T D64-01—2015,公路钢混组合桥梁设计与施工规范[S].

(上接第 93 页)



图 10 路侧高基座护栏

村道等级的不同提出对应的设计荷载以及推荐结构。对后期乡村振兴提升项目,可根据村道的宽度、

车速、用途来参考使用本文推荐的跨涵结构尺寸及钢筋指标,并以此为基础估算对应跨涵结构的造价,是具有实际的指导作用的。

参考文献:

- [1] CJJ 11—2011,城市桥梁设计规范(2019 版)[S].
- [2] JTG/T 3365-02—2020,公路涵洞设计规范[S].
- [3] GB 7258—2017,机动车运行安全技术条件[S].
- [4] JTJ01-88,公路工程技术标准[S].