

# 半桥一边坡复合路基结构拓宽山区道路研究

## Research on Widening Mountain Roads with Half Bridge Slope Composite Subgrade Structure

慈洪涛 陈军华

Hongtao Ci Junhua Chen

中交路桥北方工程有限公司 中国·北京 100020

CCCC Road and Bridge North Engineering Co., Ltd., Beijing, 100020, China

**摘要:** 随着公路工程建设数量的大幅度增多,改扩建项目也更为复杂化,不仅面对着多样化的现场地形、地质情况,更需采取技术措施突破施工空间的限制条件。因此,为了结合山区道路的拓展改造需求,提高道路保通质量,就需采取半边桥一边坡的复合路基结构,利用挡墙将桥梁与道路有效分隔,通过设置实心板,缩减工程中的高边坡开挖量。论文就针对半边桥一边坡复合路基结构拓宽山区道路的技术措施展开研究及讨论。

**Abstract:** With the substantial increase in the number of highway projects, reconstruction and expansion projects have become more complex, not only facing diversified site topography and geological conditions, but also taking technical measures to break through the constraints of construction space. Therefore, in order to combine the expansion and reconstruction needs of mountain roads and improve the road traffic quality, it is necessary to adopt a half bridge slope composite subgrade structure, effectively separate the bridge from the road by using retaining walls, and reduce the excavation volume of high slopes in the project by setting solid plates. In this paper, the technical measures for widening mountain roads with half bridge slope composite subgrade structure are studied and discussed.

**关键词:** 半边桥; 复合地基结构; 施工技术

**Keywords:** half bridge; composite foundation structure; construction technique

**DOI:** 10.12346/etr.v4i9.7053

## 1 引言

近年来,随着中国基础设施建设的快速发展,不断对旧有道路进行改建或扩建,以提高道路的服务水平及通行能力。但在旧有道路改扩建施工过程中,常因施工环境复杂、空间限制、工期紧张、危险源较多等因素制约,影响施工进度,造成施工质量问题频发,给施工单位带来较大的经济损失。因此,在进行施工过程中,施工人员应该加强对拓宽山区道路的学习并结合实际的施工技术,从而能够确保工程中的质量安全,满足施工质量的基本要求,保证结构物的稳定性和安全性,并能够为企业创造出更多的经济效益。

## 2 半桥一边坡复合路基结构施工技术

### 2.1 半桥一边坡复合路基结构设计

在公路改扩建工程项目中,如遇到山区陡峭地形,会直

接增加施工难度,常规的地基形式并不适用此种地形,当山体边坡下部存在可利用平台时,就可将之作为载体,对公路进行改扩建,促使其宽度得到延伸,由此形成半桥与边坡相结合的复合路基结构。一般情况下,这种复合路基结构往往被分化为差异性的上下结构,在不同的现场情况及工程施工要求下,下部结构也大不相同。例如,可在上部采用实心板及现浇预应力混凝土连续箱梁组合形式;下部结构的桥墩可应用柱式墩,桥台应用U台配桩基础、也可在旧路上开挖路基;将浇筑的墙体与悬挑结构相结合,形成复合结构。

### 2.2 半桥一边坡复合路基结构的特点

如果改扩建工程现场的边坡覆盖层十分厚,车辆不能中断通行的情况下,就可采取半桥一边坡复合路基结构将公路拓宽。靠近山内侧的一部分,要尽可能地应用内侧路基,外侧可设置悬臂结构与之组合在一起。通常情况下,外侧悬臂

【作者简介】慈洪涛(1979-),男,中国河北衡水人,助理工程师,从事公路施工技术研究。

结构可根据实际情况设置为多种形式,例如现浇钢筋混凝土桩基础、横墙及地基梁等都可以。横墙可借助锚固技术,将边坡与之连接为一体结构,其上端可伸出悬臂,并将行车道班安装于悬臂上,运用现浇混凝土施工技术,形成复合型的地基结构。在应用半桥一边坡复合路基结构的施工过程中,应尽可能地规避深挖高填操作,充分保障道路通行的畅通性。因此,运用复合路基结构,可突破现场情况的限制性条件,满足改扩建工程的实际需求,实现对路面的安全有效加宽,保证施工期间的安全性。

### 2.3 半桥一边坡复合路基结构加固原理

在改扩建项目中,要想在有限的地形环境下实现拓宽改造目标,就需将活载及恒载作用借助纵向搭板转移到横墙上;而横墙上所承载的垂直外荷载作用力,也能够基于桩基及地基梁,传递到地基结构中。混凝土现浇操作形成框架结构,不仅具有边坡加固的重要作用,更能形成对横墙的稳固支撑,促使整体结构趋于稳定。半桥一边坡复合路基结构下的桩基础、地基梁与横墙能够在相互作用力的影响下保持稳定,提高受力的均衡性,增强整个结构的安全系数。

### 2.4 半桥一边坡复合路基结构施工技术

第一,应先进行详细的现场勘察,掌握改扩建工程的具体情况及要求,于稳定边坡上对桩基进行开挖,桩顶标高应设定于开挖完毕的基岩部位;第二,在实际开挖阶段,需从以桩顶为起点,逐步向内侧对地基梁进行开挖,严格控制开挖长度等基本指标,开挖作业进行中要尽量减轻对旧路基的影响;第三,在对地基梁进行浇筑时,需先将横墙与下纵梁的搭接钢筋预留出来,一般可先浇筑下纵梁,再逐步向上浇筑横墙等结构,将锚杆设置到边坡内侧,确保浇筑高度达到预设参数;第四,上纵梁浇筑环节,应保证其强度达到标准,而后才能对预应力锚索进行张拉,张拉作业按要求完成后,再根据设计标高规范性的浇筑横墙;第五,内侧所有路基的

钢筋混凝土路面板施工作业都应得到重视,并由专人负责规范操作<sup>[1]</sup>。

## 3 工程应用

### 3.1 工程实况概述

国道 G104 线蕉城区城南福洋至飞鸾孝岐头段改扩建工程中岐头鼻大桥,桥梁中心桩号为 K2 + 239,桥梁全长 493.94 m,桥面标准宽度为 19.1 m。本桥桥跨组合为  $27 \times 8 + 3 \times 3 \times 30$ ,上部结构采用实心板及现浇预应力混凝土连续箱梁组合形式。半边桥实心板范围为半路半桥,桥梁与道路之间采用挡墙分隔。半边桥(K0 + 993~K1 + 212)右侧为老 G104 国道,左侧紧邻沈海高速土路肩,实心板桥设置目的是减少右侧高边坡开挖。下部结构桥墩采用柱式墩,基础采用桩基,实心板右侧基础采用台座 + 扩大基础,实心板左侧采用柱式墩配桩基础,桥台采用 U 台配桩基础。图 1 为半边桥施工地貌,图 2 为半边桥结构断面图。



图 1 半边桥施工地貌

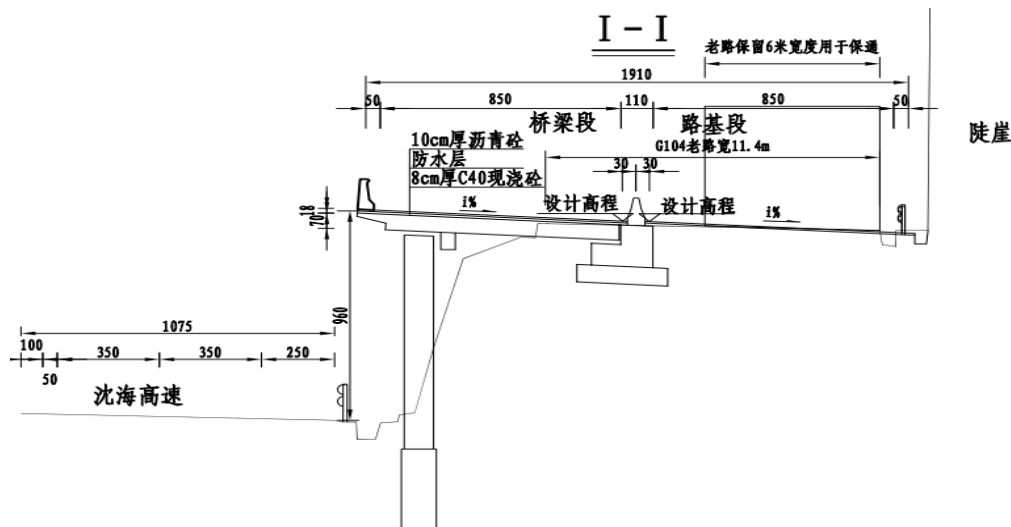


图 2 半边桥结构断面图

### 3.2 技术特征

受到狭窄空间国道改扩建特点的影响，其弯坡桥多，墩台形式多，路线跨越众多沟壑，墩台形式多，横坡陡，半幅桥和半幅路基多；必须把桥梁地形地质间和各细部构造的关系协调解决好，还必须协调解决好桥梁各细部构造和地质、地形、水文之间的关系，处理好与挡墙、交通设施、排水设施等其他构造物衔接。

### 3.3 本工程的技术难点及创新点

因受到本工程地形及现场实际情况的影响，在开展半边桥施工时也普遍具有一定的技术难度，而这也促使难点成为项目高效进行中的创新点，具体为：第一，本工程的右侧坐落在老 104 国道路基 1/4 处，施工过程中不能影响老 104 国道的正常通行，而现场操作复杂性强，这也在一定程度上增大了实际施工中的难度，极易因操作不当而埋下安全隐患；第二，本工程左侧紧邻沈海高速土路肩，改扩建作业中需占用沈海高速半幅单车道进行施工，也存在较大安全隐患；第三，桥下现状自然边坡地质为中分化花岗岩，对开挖的要求高，须采用机械破除或静态裂解的方式进行开挖，防止飞石击毁高速通行车辆；第四，桩基开孔即为中分化花岗岩，其单轴饱和抗压强度达到 60 Mpa 以上，仅可采用特制钻机进行施工。在保证工程进度的前提下，不对高速路基稳定产生影响；第五，实心现浇板桥下可活动空间有限，如果运用常规支架进行搭设，难度大，可按照成形后地貌设计专业的支架支撑体系，提高现浇梁整体的稳固性及安全性。拟建的半边桥结构如图 3 所示。

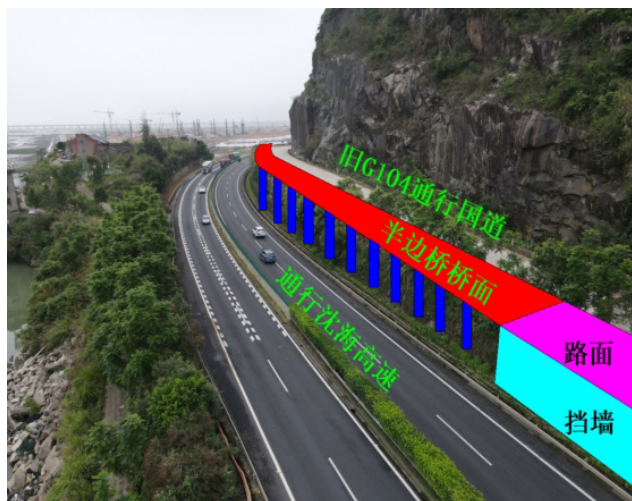


图 3 拟建半边桥结构示意图

### 3.4 施工技术要点

因本工程的上部结构不同，在实际施工阶段，务必分别设定技术操作规则及方案，以保证施工技术操作的可靠性。在上部结构施工中，应先对施工期间所使用的混凝土及实心板等材料进行质量检查，提前进行支架预压作业，将支架的塑性变形完全消除，同时需对各部位梁体支架的弹性变

形量进行准确测定，实现对预拱度等关键参数的有效调整。为了保证混凝土浇筑质量，需根据现场情况，对预应力混凝土连续箱梁的施工范围进行区段划分，平行完成各区段作业。而下部结构施工中，实心板右侧基础采用台座+扩大基础作业时，应先做好调查、试验等前期准备工作，对台座及台座基础地基采取灰土换填法进行处理。由于本项目下部结构的桥台应用 U 台配桩基础，应确保两侧的翼墙是垂直于桥台并与桥台相连（不设沉降缝），在满足一定条件时参与前墙共同承受土压力，外侧则设锥形护坡<sup>[2]</sup>。

①桥梁两侧保通限制条件下安全防护形式的选择和实施。

半边桥所属施工空间条件受限，左侧为沈海高速，右侧为 G104 通行国道，半边桥桩基施工时，需破除沈海高速岩质边坡，破除过程中石块飞溅，对两侧行车带来安全隐患，通过调研，统计分析并总结近年来各地类似事件的安全防护方案，从结构可靠性、施工难度、施工成本及对运营的影响等多方面综合考虑，结合工程环境、以及高速所提出的要求，拟采用两级防护措施，第一级为破碎锤锤头安装一种橡胶材质的防护罩，可保护大量石块不予飞出，第二级是在沈海高速与施工区段设置一道可移动 U 型防护屏障，采用粗加细双层网防护，两侧采用钢丝绳固定。可确保边坡施工过程中的飞石对通行车辆的伤害降到最低。如图 4 安全防护示意图。

②狭窄作业平台下开孔即为中分化花岗岩桩基成孔工艺的选择及适用。

半边桥桥墩采用柱式墩+台座扩大基础形式，柱径 1.0 m。基础为直径 1.2 m 桩基础，共有桩基 32 根，桥台 1 座，桩基位置与沈海高速边坡的相对位置关系随着线路延伸不断在变化，且桩基作业平台的宽度和高度也不尽相同，大部分作业平台空间狭小，开孔即为中分化花岗岩强度高，无法满足旋挖钻等大型设备的进场施工，又因紧贴沈海高速，无法采用人工爆破开挖，鉴于此，只能采取冲击成孔或人工水磨钻施工工艺成孔。半边桥施工桩基需根据作业平台和空间，采用两种成孔工艺相结合进行施工。图 5 为半边桥桩位示意图。

③限制空间条件下支架设计和施工的匹配性。

支架作为桥梁施工常用措施，运用范围广，常见于现浇箱梁施工、挂篮零号块、边跨现浇段、塔柱横梁、钢箱梁滑移轨道、栈桥、钻孔平台等部位，支架作为常用结构，其结构安全尤为重要。结合本项目现场平立面空间狭窄的情况下，组合一种既能在狭窄空间施工又可加快施工进度度的组合支架，做到结构安全，经济合理。

桥梁支架的现场施工包含了地基基础处理、支架安装与搭设、支架预压、混凝土浇筑、支架卸除等流程和阶段，需要逐步分析和方案比对，确保整个施工过程安全、经济、环保。



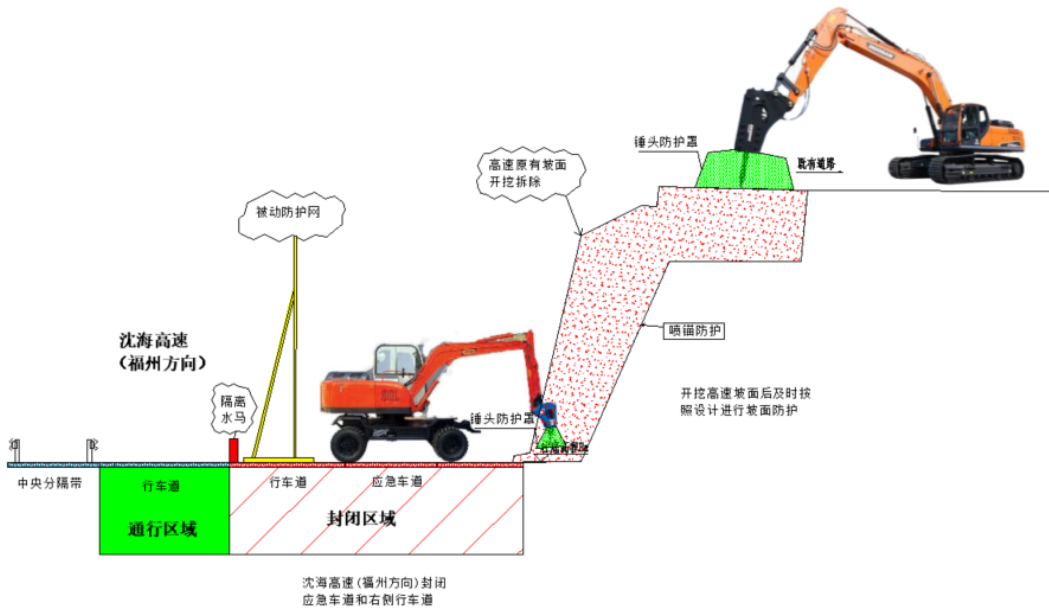


图 4 安全防护示意图



图 5 半边桥桩位示意图

#### 4 结语

综上所述，在山区道路改扩建工程项目中，地形条件复杂，运用半桥一边坡复合路基结构，一方面便于打造稳固地基，提高整个工程的质量效果，另一方面还能缩减土方开挖量，促使路基施工效率大幅度提高，以最少的成本投入获得最高的工程效益，减少施工对周边生态环境的破坏作用，不

仅可保护现场周边的生态环境，更能降低滑坡等灾害的发生概率，提高车辆通行的安全系数。因此，各大工程建设期间都需对半桥一边坡复合路基结构施工技术引起足够重视，结合现场实际情况，选择对应可行的复合地基组合方式，在明确其作业原理的基础上，掌握及运用好技术要点，高效完成改扩建项目，实现道路拓宽目标，充分保障车辆在此路段的安全通行<sup>[3]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 崔学常,张江涛,郑文.半桥-边坡复合道路结构空间力学行为分析[J].重庆交通大学学报:自然科学版,2013,32(6):1115-1118+1227.
- [2] 陈跃先.陡坡半路半桥路段先成孔后开挖边坡抗滑桩施工技术研究[J].建筑工程技术与设计,2016(18):1322.
- [3] 苏辰.山区公路改扩建工程路基拓宽技术研究[J].北方交通,2020(3):60-63.