

用整体悬挑结构拓宽山区道路新技术

刘长喜 周志祥 李 帅

(重庆交通大学 重庆 400074)

摘要:本文针对陡峻山区道路拓宽工程,在分析比较目前常用道路拓宽方式的特点后,提出“一种用悬挑结构拓宽山区道路的方法”,其设计理念是:杜绝深挖高填,在确认现已稳定路基范围内用整体浇筑的墙柱式挡墙形成路堤,以悬挑结构补足道路欠宽部分。本文对该方法的工作原理进行了分析,并将其成功应用于工程实践。工程实践表明,在高陡边坡条件下的道路拓宽中,本文方法较目前常用的道路拓宽方法既能简化工艺、降低造价、安全可靠,又能最大限度地保护自然生态环境。

关键词:道路拓宽 悬挑结构 工程应用

1 概述

近些年,伴随我国经济的飞速发展,交通量日益增大,对公路的等级要求越来越高,原有低等级公路普遍面临拓宽改造的问题,特别是西部山区早期所建公路,大多修建在山区丘陵地带,公路等级受地形限制明显偏低,已成为制约西部经济发展的瓶颈,在采用挖方、填方、圪工挡墙及锚索挡墙等方案对特定的山区道路进行拓宽时,普遍存在施工期间严重破坏原有边坡或地基的稳定,对周围环境影响较大的情况,甚至有些会引发不利地质灾害,环保效益、安全性能差,性价比不高,与当今时代推崇的节约及环保潮流不相符合,因此急需一种新的方式来拓宽山区陡峭道路,快速推动山区公路建设从而带动山区经济的发展。经研究,“用整体悬挑拓宽山区道路结构”能有效解决制约山区道路发展的造价高、开挖量大、对生态破坏严重等瓶颈问题。

2 常用方法拓宽山区公路

2.1 开挖弃土及填方

开挖弃土及填方适用于地基土质较好,开挖较浅的工程,且由于开挖弃土的设计、施工简单,费用较低,是目前主要的拓宽方式之一(见图1),主要适用于坡度较缓,填方深度不高的地形。但是对于地质情况不良,开挖较深的路段,开挖弃土方式拓宽公路会改变地貌条件、破坏植被、造成不良地质灾害,不具长远的经济与环保效益。

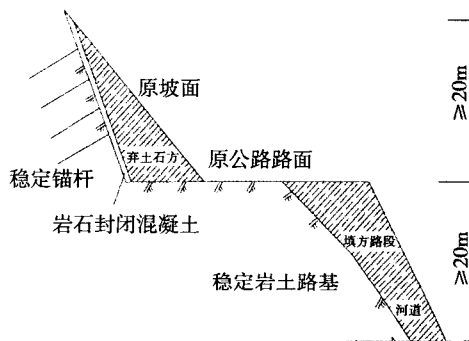


图1 开挖弃土、填方拓宽陡峭路段示意图

2.2 圪工挡墙

挡土墙通过支承路基填土或山坡土体,防止填土或土体变形失稳,而承受侧向土压力的建筑物,挡土墙通过自身的重力或借助部分土体的重力共同对不能维持自身稳定的土体进行加固,以保持路基的稳定,是山区公路新建与拓宽的主要方式。分为重力式挡墙(如图2)和衡重式挡墙。对地基承载力要求高,不适于在软弱地基上修建,而且当墙体过高时,耗材过多,且开挖方量较大,对原有地貌破坏较大。

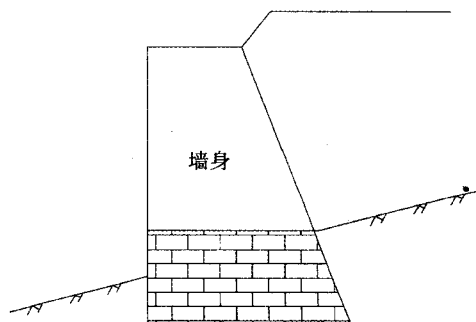


图2 重力式挡土墙示意图

2.3 半边桥路基

半边桥路基是利用高速公路中央分隔带将路基分为上下行两幅的优势,以统一协调的平纵线形和固定的间隔距离,其中一幅采用桥梁,另外一幅或半填半挖,或填方,或挖方的组合形式,是一种“组合式”的公路拓宽方式(见图3)。半边桥路基具有占地少,工程投资省,上下行间相对独立而又协调统一,横向联系紧密的优势,但是从图中可以看出,地形陡峭时,桩基埋置深度较大,桩身较长,施工难度大,工程造价高,且若在河道附近,存在压缩河道的问题,同时河流的冲刷会使基础底部掏空,存在安全隐患。此外,原有的柔性路面与加宽后的刚性路面之间存在沉降,结构易沿着两者交接处产生纵向裂缝,影响结构使用性能和行车舒适性。

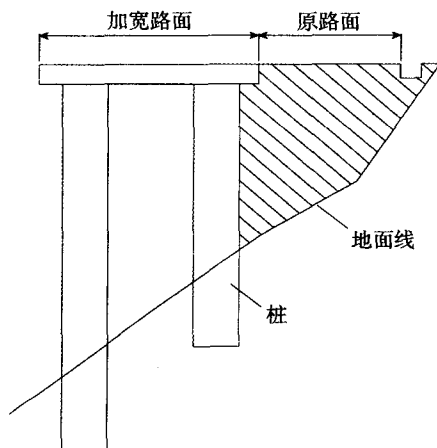


图3 半边桥路基示意图

2.4 预应力锚索挡墙

我国现阶段的锚固技术—预应力锚索技术是20世纪80年代以来广泛应用于岩土工程的一项新技术。预应力锚索挡墙是由预应力锚索和钢筋混凝土墙面组成(见图4)。锚索一端与工程结构物联结,另一端通过钻孔、插入锚索、灌浆、养护等工序锚固在稳定地层中,以承受土压力对结构物所施加的推力,从而利用锚索与地层之间的锚固力维持结构物的稳定。预应力锚索技术用于整治滑坡及边坡加固具有施工机动灵活、施工快、安全、造价低等特点,因此在公路、铁路建设中广泛应用于整治滑坡、加固顺层边坡、加固软质岩路加高边坡等工程中。与传统的开挖弃土

拓宽山区道路方式相比,预应力锚索设计能更好地控制由于对原有地貌的破坏而引起的地质灾害,但是该种结构由于钻孔、灌注、施加预应力等一系列施工工序需要专门的设备、专业的施工队伍,相比之下施工较为复杂,对于一些落后的山区,有可能由于这些原因而导致该种方案不可行。同时,预应力锚索挡墙的混凝土墙面使得原有坡面难以绿化,于环保不利。



图4 预应力锚索挡墙图

2.5 山区公路拓宽的其它方法

上面已经介绍了几种常用的基本公路拓宽方法,还有其它几种方法,如分离式路基、分台式路基、桩板墙方法、桩基托梁挡土墙、轻型锚杆挡墙等。它们在不同地形、地貌条件下,对于拓宽公路有其一定的优势,但是其缺点也是突出的,它们或者是造价过高而不经济、或者是植被破坏严重于环保不利、或者容易引发新的地质灾害、要么就是施工难度比较大而不易实施、质量不易保证,可采用的局限性比较大。因而,迫切需要寻求一种可以充分利用现有地形地质条件、施工方便、造价合理且环保的新型结构。

3 整体悬挑结构拓宽山区道路

3.1 悬挑结构的提出

为了解决制约山区道路发展的造价高、开挖量大、对生态破坏严重等瓶颈问题,通过参考建筑结构技术领域的挑梁技术,提出的用整体悬挑结构拓宽山区道路的方法,能适合对山坡陡峭地段的道路加宽条件,既施工简便快捷,又避免了高切坡或高填方等可能诱发大型滑坡、崩塌或路基边坡塌方的安全隐患,又保护了山区的自然生态环

境,具有十分明显的技术、经济效益和环保意义。

整体悬挑结构是指由立柱、墙体、挑梁、搭板、纵梁及锚杆联结一体共同作用的整体框架结构形式,具有整体受力、协调变形的特点。悬挑结构力求运营时可以达到“牵一发、动全身”的目的,为实现此目的,设计时将各构件通过预留钢筋、现浇混凝土等方式传递外力和变形,使之成为整体。当某个局部如立柱、锚杆发生较大变形时,将通过墙体、纵梁等横向联系构件分担传递,从而避免过大变形发生;同时,悬挑整体结构为空间多次超静定结构,如果万一出现破坏时,也会先出现局部塑性铰而在破坏前有明显变形预兆,表现为一种较好的塑性破坏特征。

悬挑结构可以安全运营的外部关键条件在于立柱基底承载力及锚杆的工作性能。立柱基底要求在设计荷载作用下强度和变形满足要求,如地质情况不良时,通过植筋及注浆的手段加强以达到此要求;锚杆的抗拔力则需根据设计荷载等级进行设计,并在按设计完成施工后进行锚杆抗拔施工。锚杆的设计和施工工艺发展至今已较为成熟。

3.2 悬挑结构的设计理念及工作原理

用整体悬挑结构拓宽山区道路研究的设计理念:杜绝深挖高填,在不破坏原始生态环境的前提下,充分利用现有稳定路基,在确认现已稳定的路基范围内用整体浇注的墙柱式挡墙形成路堤,以悬挑结构补足道路欠宽部分,用结构的方法来解决路面加宽问题,最大程度杜绝深挖高填,并防止由此可能产生的泥石流、滑坡等地质现象。

用整体悬挑结构拓宽山区道路的工作原理为:

(1) 公路拓宽改造部分的活载和恒载通过纵向搭板作用到挑梁上;

(2) 传递到挑梁上的垂直外荷载通过挑梁和立柱之间的后浇节点混凝土作用到立柱上,通过立柱传递到地基;

(3) 梁上的外荷载对立柱所产生的倾覆力矩通过内侧挑梁和锚杆来实现其受力平衡,从而使结构达到稳定、安全使用的目的。

利用已稳定路基,最大程度减小工后沉降,且人工开挖基础最大程度避免周围土体受到扰动。

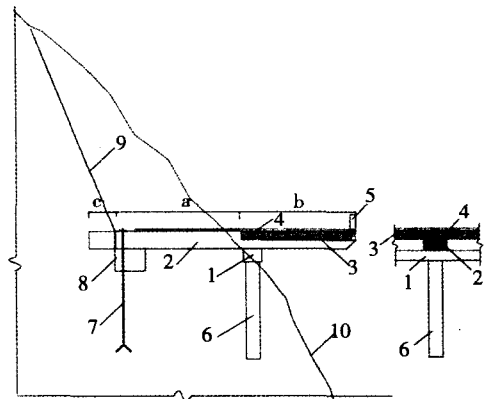


图5 整体悬挑结构拓宽陡峭路段示意图

其中:1是混凝土垫梁,2是预制预应力混凝土挑梁,3是预制钢筋混凝土板,4是路面铺装,5是栏杆,6是桩基础,7是锚杆或预应力锚索,8是挑梁的平衡重,9是原道路的挖方边坡面,10是原道路的填方或自然边坡面;图中标注a为原有道路宽度,b为需加宽的道路部分,c为挑梁2嵌入岩体部分的长度。

从图5中不难看出,对山坡陡峭地段的道路加宽,以预制安装的整体悬挑结构拓宽改造山区公路具有如下优点:

- 1) 施工简便快捷;
- 2) 施工期便于保通;
- 3) 施工对边坡稳定无影响;
- 4) 挖方量小,避免了高切坡或高填方可能诱发大型滑坡、崩塌或路基边坡塌方的安全隐患;
- 5) 保护了山区的自然生态环境;
- 6) 具有十分明显的技术、经济效益和环保意义。

4 整体悬挑结构拓宽山区道路的工程应用

国道318线古乡至通麦段在多年运营后,部分路段由于自然垮塌或地质灾害等原因,路基宽度出现严重不足,与此同时交通量又在日益加大,故该路段急需拓宽改建。K4082+920, +900, +880相邻间距为20m的三个桩号处地形陡峭,地质恶劣,具有典型的山区道路的特点,因此选取这三个桩号,利用已有的拓宽方式对路基进行加宽方案布置,并将各方案进行对比。拓宽方式分别为锚索挡墙、衡重式挡墙和用整体悬挑加宽道路。在考虑山体的自然景观等因素前提下,现将用整体悬挑结构、锚索挡墙、圪工挡墙拓宽道路方案从工程量、施工技术、结构可靠性等方面进行比较,如表1所示:

表1 方案比较

比较方案	悬挑结构方案	锚索挡墙方案	圬工挡墙方案
工程量 (未计入半宽路面及防撞护栏)	3 ϕ 32 锚杆 200m; 1 ϕ 32 锚杆800m; 混 凝土598m ³ ; 钢 筋45t。	6 ϕ 15.24锚索 4218m; 混 凝土 2163m ³ ; 钢 筋189t	圬工砌体 24000m ³
估计造价(万)	185.00	496.00	720.00
施工技术	锚杆施工 混凝土结构施 工对原边坡扰 动最小	边坡预应力锚 索锚固 施工技术要求 高, 施工难度 较大	工艺简单, 工程量巨大, 施工过程中边 坡稳定令人担 忧
可靠性评价	原边坡稳定 结构整体可靠 着重锚杆质量	预应力锚索在 长期的填土荷 载引起的附加 应力作用下容 易失效。	大量实践证 明, 高大圬工 挡墙的可靠性 较差。
生态环保	对环境影响小	坡面植被全部 破坏	坡面植被全部 破坏

表中显示, 在此处使用用整体悬挑结构拓宽道路方案工程造价最低, 施工最为简捷, 对原边坡扰动最小, 结构整体性能最佳, 对生态的影响最小。

5 结论

本文提出的“用整体悬挑结构拓宽山区道路新技术”解决了常用道路拓宽技术存在的造价高、开挖量大、对生态破坏严重等瓶颈问题, 它具有以下特点:

(1) 整体悬挑结构为立柱、墙体、挑梁、搭板、纵梁及锚杆联结一体共同作用的结构形式, 具有整体受力、协调变形的特点;

(2) 立柱的高度不高, 施工时开挖面不大, 且采用人工开挖, 故基本不破坏原有的树木、植被等景观, 对防止由于开挖山体可能产生的泥石流、塌方等不利地质现象有积极作用;

(3) 根据现场地质情况, 酌情调整立柱高度, 即使在最不利的地质情况下采取一定措施使得基底承载力达到要求, 立柱的高度最高为4m, 故应用于高崖深谷地段减少工程投资(与常用方法相比), 对工程造价基本不构成影响, 节约投资更加明显;

(4) 结构各构件的施工仅为简单的钢筋混凝土工程, 故实施简便易行, 且整个施工过程需合理地调整构件的预制及现浇, 即可避免对交通产生干扰;

(5) 工程土石方少, 故工程拆迁征地量小。

因此, 整体悬挑结构的研究和发展对推动我国山区公路交通建设的发展具有重要意义, 具有巨大的社会、经济意义和广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 孙伟, 龚晓南. 高速公路拓宽工程变形性状分析[J]. 中南公路工程, 2004(29), 4: 53-55.
- [2] 邱娟. 用整体悬挑结构山区道路拓宽的探索与实践[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2006.
- [3] 黄琴龙, 凌建明, 唐伯明等. 旧路拓宽工程的病害特征和机理[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2004(32), 2: 197-201.
- [4] 王强. 论中国公路交通的可持续发展[J]. 西安公路交通大学学报, 2000(20), 3: 78-81.
- [5] 周志祥. 一种用悬挑结构拓宽山区道路的方法[P]. 中国(申请号: 200410044492.0), 2004.
- [6] 董德禄, 徐瑞龙, 朱尔玉. 用悬臂梁锚固结构技术新建、拓宽山区公路[J]. 路基工程, 2004(第二期), (4): 47-49.
- [7] J. Geotech. and Geoenviron. Engrg., Numerical Analysis of Geosynthetic-Reinforced and Pile-Supported Earth Platforms over Soft Soil. Volume 128, Issue 1, pp. 44-53 (January 2002).
- [8] Toru Terayama, Yasumiki Yamamoto and Manabu Taya. Development of non-cut-and-cover widening of urban-road shield tunnels for on- and off-ramps. Tunnelling and Underground Space Technology, Volume 21, Issues 3-4, May-July 2006:458.
- [9] 方左英主编. 路基工程[M]. 北京: 人民交通出版社. 1995.

Widening Mountainous Highway with Integer Cantilevered Structures

LIU Chang-xi, ZHOU Zhi-xiang, LI Shuai

(1. Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: A new method of Widening Mountainous Highway with Integer Cantilevered Structures is proposed for steep mountainous areas after comparative analysis of the current methods used to wide roads. The design idea is that widening the road with integral casting wall-pill retaining wall, making full use of exiting stable roadbed. The work principle of the integer cantilevered structures is analyzed, and successfully used in engineering practice.

According to the engineering practice, this method which is applied for Widening Mountainous Highway with high and steep slope is not only simple in construction, economic and on the safe side, but also protecting environment.

Key words: widening mountainous highway, integer cantilevered structure, application