

张玉芳 杨延房 锐/著

高轻型 支挡技术及应用



科学出版社
www.sciencep.com

高轻型支挡技术及应用

张玉芳 杨 延 房 锐 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书构建了高轻型支挡结构的理论及应用体系。内容包括:高轻型预应力锚索桩板墙(分离式和现浇式)、高轻型锚定板挡土墙和高陡度预应力锚索框架三种结构的受力模型和设计计算方法、施工工艺和施工质量检验标准、结构病害分析及整治对策。

本书可供从事支挡结构科研、设计、施工的科学技术人员参考和使用,也可供相关高等院校的师生参考学习。

图书在版编目(CIP)数据

高轻型支挡技术及应用/张玉芳,杨延,房锐著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-026530-2

I. 高… II. ①张…②杨…③房… III. 锚固式挡土墙 IV. TU476

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 015156 号

责任编辑:王志欣 张 丽 / 责任校对:张怡君

责任印制:赵 博 / 封面设计:鑫联必升

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2010 年 2 月第一次印刷 印张: 25 1/4

印数: 1—2 000 字数: 483 000

定价: 75.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序 一

我国山区地形地质条件复杂,大规模的工程建设不断推动边坡支挡技术的发展。一些高轻型支挡结构,如高轻型预应力锚索桩板墙、高轻型锚定板挡土墙和高陡度预应力锚索框架等,其使用墙高已远超过现有规范的限制。但由于设计方法的不完善,或施工技术的不成熟,工程中也出现过一些事故和病害。该书作者参与了这些工程病害的调查和整治。作者又依托云南省山区高速公路的建设,针对上述三类高轻型支挡结构,选择有代表性的工点,埋设多种传感元件,结合工程施工过程和开通运营后,观测结构各部位的受力和变形的发展变化,积累了大量数据,进行了系统的分析研究。书中介绍了一些典型病害事故工程的调查分析和整治措施实例,并提供了某些试验工程的系统观测数据和分析对比资料。在此基础上,作者总结上述三类高轻型支挡结构受力模式、设计理论和计算方法、施工工艺和质量控制标准、工程病害调查分析方法和整治措施。

该书内容丰富,它不仅是有关高轻型支挡技术及其应用的专业论著,且包含许多工程实例,对广大从事路基支挡设计、施工、养护,以及教学科研工作的科技人员有较大的指导和参考价值。

司 镜

中国工程院院士

2009 年 11 月

序 二

支挡结构是山区路基工程中不可缺少的一种岩土工程治理措施。由于我国山区地形地质条件复杂、工程类别多,现行规范规定的一般支挡结构难以适应大规模山区工程建设的要求,需要不断开发新型支挡结构,使其向小型化、轻型化、机械化方向发展,并能实现更大支挡高度。

长期以来,中国铁道科学研究院一直致力于新型支挡结构的探索和研究,并结合工程实践承担了大量山区复杂条件下支挡结构的勘察设计任务。云南省交通规划设计研究院肩负着云南高原山区大量公路的勘察设计任务,遇到的路基支挡问题之多、之复杂、之严重,实属国内外罕见,积累了大量的工程实践经验。近十年来,两个单位联合攻关,以云南省高原山区高速公路建设为背景,紧密结合工程需要,研究和开发了三种高轻型支挡结构,并在全国山区和公路建设中得到了推广和应用。该书既是两个单位友好合作的结晶,又是对多年来研究成果的提炼和升华,纵阅全书具有以下特点:

(1) 结构新颖。该书提出的高轻型预应力锚索桩板墙,其截面小到 $0.4\text{m} \times 0.6\text{m}$,较以往 $1.25\text{m} \times 1.5\text{m}$ 的截面大大减小,且其高度可达 $12 \sim 24\text{m}$,实现了大高度、小型化和轻型化;提出的高轻型锚定板挡土墙,成功地实现了 14m 的单级高度,远远超过规范的 6m 限高,而且简化了施工工艺;研发的高陡度预应力锚索框架,其单级高度可达 21m ,坡率可至 $1:0.25$ 。

(2) 理论创新。基于 8 个实体工程的约 20 万个实测数据,研究分析了三种支挡结构的力学特性和受力模式,建立了相应的设计理论和方法体系。

(3) 实用性强。针对三种高轻型支挡结构,总结提炼了施工工艺和质量控制标准,提出了结构病害整治措施,编写了设计施工指南,具有较强的实用性。

(4) 技术先进。该书内容对工程应用提供了详细的理论支持,填补了规范的空白,对提高我国支挡技术的发展水平具有推动作用。

该书是第一部高轻型支挡技术及应用的专业书籍,对从事路基支挡工程的科研、教学、设计、施工等相关工程技术人员具有指导意义和参考价值。作为朋友和同行,对该书的出版表示衷心的祝贺。

郭颖人

中国工程院院士

2009 年 11 月

序 三

我国山区和丘陵地区占国土面积的 70% 以上,修建道路时桥隧比若过高势必造价昂贵,十分需要研究开发安全可靠、经济合理、技术先进的高轻型支挡结构。但是,由于岩土体的复杂性、自然因素(地下水)的多变性、运营车辆荷载的长期反复作用,决定了室内模型试验、数值模拟等研究手段具有较大的局限性,而且,由于支挡结构的应用对象是不均质体,各工程的共性少而个性突出,要取得反映实际情况的研究成果难度较大,国内外在高轻型支挡技术的研究及应用方面进展缓慢。

《高轻型支挡技术及应用》一书的出版,适应了当前我国道路建设大发展的需要,也推动了我国高轻型支挡技术的发展。该书提出的三种高轻型支挡结构,各有特色:

(1) 高轻型预应力锚索桩板墙。在理论上突破了以往土压力的确定方法,明确了桩、锚索、填土三者相互作用和变形协调的关系;可用于自然地形陡坡地段,实现了高路堤的下挡 24m 的支挡高度,有了与桥梁比选的条件。

(2) 高轻型锚定板挡土墙。对 20 世纪 70 年代铁道部第三勘察设计研究院、铁道部第四勘察设计研究院、西南交通大学和中国铁道科学研究院等研究的锚定板挡土墙进行了结构改良,对其设计计算方法与施工技术进行了改进,弥补了现有规范的不足;已建成单极高度 13.8m 的实体工程,创造了在自然地形缓坡地段与桥梁比选的条件。

(3) 高陡度预应力锚索框架。这种结构通过施加预应力来束紧高壑坡,能减少切坡产生侧向卸荷造成的松弛病害,能可靠地将高壑坡加固稳定;经现场试验研究,该书得出了锚索拉力、框架梁内力、框架和边坡之间的接触应力、框架节点位移以及压力型锚索轴向拉力的试验结论,为预应力锚索框架的实践应用、理论计算、科学研究提供了依据;开发了高(21m)陡(1:0.25)度的实体工程,增大了与隧道方案进行比选的优势。

针对这三种支挡结构,作者十年来进行了大量的应用实践和理论研究,在现场试验中完善,并提炼了实践经验和研究成果,终成此书,难能可贵。

纵阅全书,是在 1:1 现场试验的基础上取得设计理论、计算方法、公式和参数,克服了山坡岩土体和填料的复杂性带来的影响,走出了一条行得通的科研道路,其结论是可靠和可信的。书中详细介绍了试验环节和测试资料,并对各种设计方法用不同的途径进行校核验证,具有很强的说服力。对施工安排、方法和顺

序也总结的井井有条。针对各种工况的试验,提出了支挡结构和构件的设计理论、公式和相应参数选用的依据,填补了这一方面的空白,可作为今后设计研究和施工的指导与参考。

需要指出的是,任何支挡结构都有其适用条件,对书中的三种支挡结构亦是如此。书中涉及的三种支挡结构的破坏实例大多是未查清地质条件导致的,因此在应用中切忌不考虑地质条件生搬硬套。在此提出以下几点提醒注意:

(1) 在山坡为整体错落型的变形体或基底沉陷不均匀时,不适宜采用上述三种结构,否则,锚索承受剪力而破坏。

(2) 对于高地震烈度区或地震频繁区,设计时应考虑地震动荷载的影响。

(3) 对于预应力锚索桩板墙,书中只考虑了填土土压力的作用,在填土可能引起地基失稳的情况下,要检算地基的稳定,同时考虑预应力锚索桩板墙具有抗基底失稳的作用,但要按多锚点抗滑桩设计计算方法检查各个环节的安全。锚定板挡土墙不能用于基底可能失稳的路堤支挡中,而且对地震及振动荷载作用下的结构稳定性和耐久性有待考验,尚需加强研究。

(4) 在松散、含水、软弱地层若采用预应力锚索框架,必须检算框架竖肋的基础反力是否满足要求,设计时宜加强竖肋的刚度。

(5) 书中三种支挡结构均为柔性支挡结构,柔性结构的刚度需与岩土体的刚度匹配,否则可能因产生较大的塑性变形与应力集中而导致结构病害,特别在受水后易产生不均匀变形和强度差别大的地段应慎用。

该书是一部有关高路堤、高路堑新型支挡技术及应用的专业书籍,其成果除了对广大工程技术人员有重要的应用指导意义外,对高等院校的广大教学科研人员同样具有重要的参考价值。书中涉及的大量现场试验数据非常可贵,可为进一步研究提供翔实的材料。

徐邦栋

2009年11月

序 四

《高轻型支挡技术及应用》一书的出版,是我国岩土工程界的一件大好事,对此本人感到由衷的欣慰和喜悦。

岩土体的复杂性和多变性决定岩土工程是一门实践性很强的学科,而支挡结构是岩土工程领域的一个重要组成部分。支挡结构设计具有特殊性,迄今为止,我国现有的重力式挡土墙及其他较矮的轻型支挡结构在应用上有一定的局限性,该书详细介绍的三种高轻型支挡结构独到的应用价值,在一定程度上弥补了一般支挡结构的不足,书中的许多内容国内外文献均鲜有报道,其设计更具有特殊性。作者经过十几年的工程实践和专项研究,建立的高轻型支挡结构的理论和应用体系,将有助于我国支挡技术发展。

作者长期从事岩土工程的勘察设计工作,经常深入生产一线解决实际问题,不断总结实践经验提炼为理论;作者所完成的科研项目大多以实体工程为依托,进行1:1现场试验,通过从施工过程、使用期间的系列跟踪测试获取大量实测数据,用多种方法分析论证上升为理论。值得一提的是,作者进行的1:1现场试验,其试验规模之大,获取的数据之多,投入的人力物力之巨,在国内外相关学科的科研工作中罕见。可以说,该书是工程实践和科学研究结合的产物,具有丰富的学术内涵和显著的创新性。

该书内容贯穿三种支挡结构应用的全过程,涉及设计、施工的各个环节,论述的理论和方法具有很强的针对性和实用性。

可见,该书是一部有关高轻型支挡结构技术及应用的专业书籍,对广大从事支挡结构设计、施工、养护等工作的工程技术人员有重要的指导意义和参考价值,也可供从事支挡结构科研和教学工作的高校师生学习、参考。

王思敬

中国工程院院士

2009年11月

前 言

20 世纪 70 年代,卢肇钧院士将锚定板挡土墙成功地应用在铁路路基的支挡中,随后在铁路、公路、建筑、航运等部门进行了大量的应用,但由于这种结构在施工过程中难以自稳,工序相对复杂,且高度有限,其推广应用受到限制。20 世纪 90 年代初,徐邦栋研究员将预应力锚索框架成功地应用在了深圳市罗沙公路西岭山大开挖引起的滑坡治理中。随后,这一结构在全国范围内得到广泛应用,目前已发展成为高边坡加固和滑坡治理的一个重要措施。但长期以来对这种结构的受力模式和作用机理未作系统的研究和总结,缺乏成熟的设计计算理论和方法,特别是应用在高陡边坡的加固中没有理论的支持。预应力锚索桩板墙是基于传统的路堤桩板墙、预应力锚索抗滑桩发展起来的,中国中铁二院工程集团有限责任公司曾于 20 世纪 90 年代在路基支护中进行了成功的应用,但采用的桩的截面较大。由于缺乏系统研究,致使现有规范中一直没有将其作为一种独立的支护结构进行设计规定和说明。

基于上述背景,为适应山区高速公路建设中面临的复杂多变的地形地质条件,作者从 20 世纪末开始用了 10 年的时间,开展了以下项目的研究:2001 年云南省科技攻关项目“高等级公路建设边坡病害防治技术研究”、2003 年交通运输部西部交通建设科技项目“山区支挡结构的研究”和“云南元磨高速公路边坡病害群治理工程效果评价及应对措施研究”。上述项目以工程应用为前提,以云南省多条山区高速公路为依托,集中研究和开发了三种高轻型支挡结构——高轻型预应力锚索桩板墙、高轻型锚定板挡土墙、高陡度预应力锚索框架;并以实体工程现场试验为主要研究手段,获取了约 20 万个现场实测数据,分析了三种新型支挡结构的力学特性和结构受力模式;建立了设计计算理论和方法;总结提炼了施工工艺和质量控制标准,形成了施工指南;提出了结构病害整治措施。研究成果建立了高轻型支挡结构理论和方法体系,并在云南、广东等 7 省、区得到了广泛应用。

感谢周镜院士、郑颖人院士、王思敬院士、徐邦栋研究员长期以来对作者科研工作的无私指导和帮助;感谢颜志雄博士后、齐明柱博士、胡厚田教授、周神根研究员对本书全面细致的校阅;感谢李聚金、向润泽、李中国、万军利、刘宝奎、王荣、周公旦等对本书出版给予的大力支持及其他有关人员的辛勤劳动。

由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2009 年 12 月

目 录

序一

序二

序三

序四

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 一般支挡结构	1
1.1.1 一般支挡结构的特点	1
1.1.2 一般支挡结构的应用和发展	4
1.2 高轻型支挡结构	16
1.2.1 高轻型支挡结构的特点	16
1.2.2 高轻型支挡结构的选择原则	17
1.2.3 高轻型支挡结构应用中存在的问题	26
1.3 本书内容介绍	27

第一篇 高轻型预应力锚索桩板墙

第 2 章 概述	31
2.1 结构特点	32
2.2 结构适用条件	33
2.3 高轻型预应力锚索桩板墙应用研究现状	33
2.3.1 应用历程	33
2.3.2 应用研究现状	35
2.3.3 应用研究存在的问题	41
第 3 章 分离式预应力锚索桩板墙的试验研究	43
3.1 试验概况	43
3.1.1 试验工点介绍	43
3.1.2 试验内容和试验方法	50
3.1.3 分离式预应力锚索桩板墙施工工况划分及试验过程	53

3.2 试验结果分析	56
3.2.1 A_I 工况力学特性	56
3.2.2 B 工况力学特性	73
3.2.3 A(除 A_I) 工况力学特性	87
3.2.4 C 工况力学特性	101
3.2.5 几个关键技术问题	113
第4章 分离式预应力锚索桩板墙设计计算方法	116
4.1 有限差分弹性地基梁法	116
4.2 弹性抗力系数的确定	125
4.3 分离式预应力锚索桩板墙内力计算	126
4.4 分离式预应力锚索桩板墙结构设计	128
第5章 整体现浇式预应力锚索桩板墙结构的力学特性及设计计算方法	131
5.1 整体现浇式预应力锚索桩板墙结构的力学特性试验研究	131
5.1.1 试验概况	131
5.1.2 各工况力学特性	133
5.2 整体现浇式预应力锚索桩板墙设计计算方法	147
5.2.1 整体现浇式预应力锚索桩板墙内力计算	147
5.2.2 整体现浇式预应力锚索桩板墙结构设计	149
第6章 分离式预应力锚索桩板墙设计计算实例	150
6.1 概况	150
6.2 桩内力计算	150
6.3 预应力锚索桩板墙结构设计	153
第7章 高轻型预应力锚索桩板墙施工	158
7.1 高轻型预应力锚索桩板墙施工顺序	158
7.2 预应力锚索桩板墙总体施工方法	158
7.3 桩、挡土板施工	166
7.4 预应力锚索施工	168
第8章 高轻型预应力锚索桩板墙结构物病害分析及整治	178
8.1 高轻型预应力锚索桩板墙结构物病害分析	178
8.1.1 高轻型预应力锚索桩板墙结构物病害分类	178
8.1.2 高轻型预应力锚索桩板墙结构物病害调查分析	178
8.2 高轻型预应力锚索桩板墙缺损病害整治措施	186
8.2.1 预应力锚索缺损病害加固	186

8.2.2 桩的缺损病害加固	189
8.2.3 板的缺损病害加固	191
8.2.4 桩锚固段岩体病害加固	192
8.2.5 连接破坏的加固	192
8.2.6 整体破坏	193
8.3 高轻型预应力锚索桩板墙病害整治实例	194
8.3.1 元磨高速公路 K296+545~+700 段预应力锚索桩板墙的病害整治	194
8.3.2 水麻高速公路豆沙关立交 AK0+060~+275.5 段预应力锚索桩板墙的 病害整治	205
本篇小结	213

第二篇 高轻型锚定板挡土墙

第9章 概述	217
9.1 结构组成	217
9.2 结构特点	219
9.3 结构适用条件	220
9.4 高轻型锚定板挡土墙应用研究现状	220
9.5 应用研究存在的问题	221
第10章 高轻型锚定板挡土墙设计	224
10.1 墙背土压力计算	224
10.2 锚定板设计	226
10.3 预应力锚索拉杆设计	229
10.4 肋柱及桩基础设计	229
10.5 挡土板设计	235
10.6 整体稳定性验算	236
第11章 高轻型锚定板挡土墙设计计算实例	239
11.1 概况	239
11.2 设计断面及土压力计算	239
11.3 锚定板抗拔力计算	241
11.4 锚定板挡土墙内部稳定性验算	243
11.5 锚定板和挡土板荷载计算	243
11.6 锚定板和挡土板配筋计算	244

11.7 锚定板挡土墙桩的内力计算	247
11.8 锚定板挡土墙整体稳定性验算	249
第12章 高轻型锚定板挡土墙施工方法和质量检验	250
12.1 高轻型锚定板挡土墙施工顺序	250
12.2 高轻型锚定板挡土墙施工方法	251
12.3 施工质量检验	253
第13章 高轻型锚定板挡土墙病害分析与整治	255
13.1 结构物病害分析	255
13.1.1 高轻型锚定板挡土墙缺损病害分类	255
13.1.2 高轻型锚定板挡土墙病害分析与调查	256
13.2 高轻型锚定板挡土墙缺陷病害的整治措施	265
本篇小结	271

第三篇 高陡度预应力锚索框架

第14章 概述	275
14.1 结构组成	275
14.2 作用机理	276
14.3 结构特点	276
14.4 结构适用条件	279
14.5 预应力锚索框架应用现状	280
14.5.1 应用历程	280
14.5.2 应用研究现状	283
14.5.3 应用和研究存在的问题	284
第15章 预应力锚索框架现场试验研究	287
15.1 试验工点概况	287
15.1.1 试验工点选择	287
15.1.2 试验工点工程概况	288
15.2 试验内容和方法	293
15.2.1 试验内容和测试方法	293
15.2.2 各试验工点的试验规模和内容	295
15.3 试验结果分析	304
15.3.1 锚索拉力试验结果分析	304
15.3.2 框架梁内力试验结果分析	315

15.3.3	框架和边坡之间接触应力试验结果分析	321
15.3.4	框架节点位移试验结果分析	326
15.3.5	压力型锚索轴向应力试验结果分析	327
15.4	反演分析	329
15.4.1	反演分析的目的	329
15.4.2	反演分析的方法	330
15.4.3	试验工点的反演分析	332
15.5	预应力锚索框架几个关键技术问题	337
15.5.1	结构受力模型	337
15.5.2	预应力锚索长度和预应力锚索框架的安全稳定性	337
15.5.3	锚索拉力的确定和分配	339
15.5.4	框架尺寸	340
15.5.5	边坡接触应力	341
15.5.6	锚索张拉锁定	341
第 16 章	预应力锚索框架设计计算方法	344
16.1	弹性地基框架有限差分法	344
16.1.1	计算理论依据	344
16.1.2	用途	345
16.1.3	基本假设	345
16.1.4	计算模型及受力体系	345
16.1.5	计算方法	347
16.2	刚性支座上连续梁法	347
16.2.1	用途	347
16.2.2	基本假设	347
16.2.3	计算方法	349
16.3	弹性地基框架的简化计算	350
16.3.1	弹性地基框架结构简化法	350
16.3.2	弹性地基框架节点简化法	351
16.3.3	忽略横梁作用的弹性地基梁法	354
16.3.4	框架整体差分法	354
16.3.5	链杆法	356
16.3.6	美国混凝土学会推荐的方法	357
16.4	各种计算方法的对比分析	358

16.4.1 计算流程对比	358
16.4.2 适用性对比	360
16.4.3 具体实例分析对比	361
第 17 章 预应力锚索框架施工	365
17.1 施工准备	365
17.2 预应力锚索框架施工工艺流程	366
17.3 预应力锚索框架施工方法	368
17.4 坡面绿化	375
本篇小结	380
参考文献	382

第 1 章 绪 论

支挡结构是用来加固人工填土或自然斜坡岩土,防止其破坏以保持稳定的一种结构物,主要承受土压力或不良地质体的破坏力。在铁路、公路路基工程中,支挡结构被用于稳定路堤、路堑、隧道洞口、桥梁两端等的边坡,在水利、矿山、房屋建筑等工程中,支挡结构被用于加固自然斜坡、人工切坡、深基坑等。

随着交通基本建设不断发展,支挡结构在公路工程中的使用越来越广泛。我国是个多山的国家,山区或丘陵地区占国土面积的 70%以上,基于降低投资、减少占地的理念,山区公路的设计大都本着挖、填平衡的原则,这就需要大量的支挡结构来稳定路堑边坡和填方路堤。许多山区公路沿线地形陡缓频繁交错,一般支挡结构高度有限,难以满足要求;在一定的高度范围内桥隧造价昂贵,需要开发高轻型支挡结构,山区其他工程建设,也广泛需要高轻型支挡结构。目前我国现行规范对一般支挡结构的应用进行了规定和说明,对于高轻型支挡结构缺乏规范支持。

1.1 一般支挡结构

1.1.1 一般支挡结构的特点

一般支挡结构类型较多,包括各种类型的挡土墙以及其他具有承重能力的支撑结构物。对于一般支挡结构,经过多年的研究与实践,其设计理论、设计计算方法、施工技术等都已趋成熟,我国现行的公路和铁路等行业规范,如《公路路基设计规范》(JTG D30—2004)和《铁路路基支挡结构设计规范》(TB 10025—2006),对这些结构物都有明确的规定和条文说明。表 1.1 为我国《公路路基设计规范》(JTG D30—2004)和《铁路路基支挡结构设计规范》(TB 10025—2006)中提到的一般路基支挡结构的类型及适用条件。

表 1.1 一般路基支挡结构

挡土墙类型	公路规范规定的适用条件	铁路规范的不同点
重力式挡土墙 (包括衡重式挡土墙)	适用于一般地区、浸水地区和地震地区的路肩、路堤和路堑等支挡工程。墙高不宜超过 12m,干砌挡土墙的高度不宜超过 6m。高速公路、一级公路不应采用干砌挡土墙	没有涉及干砌挡土墙,提出按不同墙高用不同综合内摩擦角的方法,对粉土黏性土类没有试验资料时规定:墙高 $H \leq 6\text{m}$ 时,取 $36^\circ \sim 40^\circ$; $6\text{m} < H \leq 12\text{m}$ 时,取 $30^\circ \sim 35^\circ$;墙高 $H > 12\text{m}$ 时,取小于 30° 。并适当加大 K_c 、 K_o 。没有明确挡土墙的最大高度

续表

挡土墙类型	公路规范规定的适用条件	铁路规范的不同点
半重力式挡土墙	适用于不宜采用重力式挡土墙的地下水位较高或较软弱的地基上,墙高不宜超过 8m	将其归为重力式挡墙,没有作为一种独立的结构形式。半重力式挡土墙是介于重力式挡土墙与悬臂式挡土墙之间的一种挡土墙形式。半重力式挡土墙的优点是充分利用混凝土的整体性或钢筋的抗拉强度,体积比重力式挡土墙小
悬臂式挡土墙	宜在石料缺乏、地基承载力较低的回填方路段采用,墙高不宜超过 5m	墙高不宜超过 6m,墙高高于 4m 时,宜在墙面板前加肋
扶壁式挡土墙	宜在石料缺乏、地基承载力较低的回填方路段采用,墙高不宜超过 15m	扶壁式挡土墙高度不宜大于 10m。墙顶宽度不应小于 0.2m
锚杆(索)挡土墙	宜用于墙高较大的岩质路堑地段,可用作抗滑挡土墙,可采用肋柱式或板壁式单级墙或多级墙,每级墙高不宜大于 8m,多级墙的上、下级墙体之间应设置宽度不小于 2m 的平台	每级墙高度不宜大于 8m,具体高度可视地质和施工条件而定,总高度不宜大于 18m
锚定板挡土墙	宜使用在缺少石料地区的路肩墙或路堤式挡土墙,但不应建筑于滑坡、坍塌、软土及膨胀土地区。可采用肋柱式或板壁式,墙高不宜超过 10m。肋柱式锚定板挡土墙可采用单级墙或双级墙,每级墙高不宜大于 6m,上、下级墙体之间应设置宽度不小于 2m 的平台。上下两级墙的肋柱宜交错布置	与公路规范基本相同
加筋土挡土墙	用于一般地区的路肩式挡土墙、路堤式挡土墙,但不应修建在滑坡、水流冲刷、崩塌等不良地质地段。高速公路、一级公路墙高不宜大于 12m,二级及二级以下公路不宜大于 20m。当采用多级墙时,每级墙高不宜大于 10m,上、下级墙体之间应设置宽度不小于 2m 的平台	加筋土挡土墙的高度在 I 级干线上不宜大于 10m,当墙高于 10m 时应作特殊设计。且宜选择粗粒土、黄土等作填料
桩板式挡土墙	用于表土及强风化层较薄的均质岩石地基,挡土墙高度可较大,也可用于地震区的路堑或路堤支挡或滑坡等特殊地段的治理	桩的自由悬臂长度不宜大于 15m。桩板墙顶位移应小于桩悬臂端长度的 1/100,且不宜大于 10cm