

高速公路高边坡防护施工技术分析

王飞

山西一建集团有限公司, 北京 102200

[摘要] 在高速公路工程当中, 高边坡防护是非常重要的一个环节, 所以在具体的实践当中, 我们要不断的提高高边坡的施工技术, 了解掌握施工的原理、特点、运作流程, 以此来提高施工质量。

[关键词] 高速公路; 高边坡; 锚杆; 锚索; 路堑拱形骨架

DOI: 10.33142/ec.v5i5.5947

中图分类号: U418.8

文献标识码: A

Analysis on Construction Technology of High Slope Protection of Expressway

WANG Fei

Shanxi First Construction Group Co., Ltd., Beijing, 102200, China

Abstract: In expressway engineering, high slope protection is a very important part. Therefore, we must continuously improve the construction technology of high slope, understand the principle, characteristics and operation process of construction in specific practice, so as to improve the quality of construction.

Keywords: expressway; high slope; anchor rod; anchor cable; cutting arch skeleton

引言

随着高速公路施工技术的发展, 高边坡防护在施工当中运用的越来越普遍, 而只有正确的运用高边坡施工技术, 才能使之在工程防护中发挥相应的作用, 达到增强道路安全性的目标。

1 工程概况

我标段施工起讫里程为 K13+980~K7+335, 线路全长 3.5km, 全部位于玉林市博白县范围内。我标段中包含高边坡 3 段, 最大挖高 67.2m, 最高边坡 7 级。本标段高边坡防护工程主要包括框架系统锚杆、预应力锚索、路堑拱形骨架三种结构型式。具体分布情况如表 1:

表 1 高边坡防护一览表

序号	起讫桩号	长度(m)		最大 坡高	边坡 级数	防护、加固方案
		左	右			
1	K14+940.0~ K15+118.0	178		36.4	4	锚杆+预应力锚索+ 路堑拱形骨架
2	K15+125.0~ K15+335.0	210		54.5	6	框架系统锚杆+路堑 拱形骨架
3	K16+100.0~ K16+295.0	195		38.2	4	锚杆+预应力锚索+ 路堑拱形骨架
4	K17+135.0~ K17+335.0	200		67.2	7	锚杆+预应力锚索+ 路堑拱形骨架

2 工程特点分析

①本工程由于工期紧张, 需多点同时施工, 施工计划的科学编排, 人员、机械、机具的合理调配便成了难点之一。

应对措施: 根据深路堑开挖施工进度, 制定路基防护工程的施工计划, 提前做好人员、机械及材料的准备工作, 确保边坡施工成型后可立即进行边坡防护施工。

②本工程边坡高度较大, 最高边坡 67.2m, 且全年降水量较大、夏季多暴雨, 易形成滑坡、泥石流等灾害, 如何保证雨季施工安全是施工控制的重点。

应对措施: 根据当地气象预报合理安排施工工期, 尽量避开雨季施工。提前做好雨季施工准备, 制定雨季施工专项方案, 加强施工人员安全教育工作, 做好施工期间的防洪排涝工作, 避免安全事故发生。

③本标段高边坡防护工程包含大量预应力锚索加固, 预应力锚索张拉质量是本工程控制重点。

应对措施: 选择专业有经验的技术人员及施工人员负责预应力锚索张拉工作, 做好技术交底工作, 确保预应力锚索张拉施工质量, 保证边坡安全。

3 施工工艺技术

3.1 技术参数

本标段高边坡防护工程主要包括框架系统锚杆防护、预应力锚索防护、路堑拱形骨架三种结构型式。

框架系统锚杆钻孔孔径为 110mm, 锚杆采用螺纹钢, 根据单锚设计抗拔力不同, 锚杆直径包括直径 25mm、直径 28mm、直径 32mm 三种, 分别对应单锚抗拔力 80Kn、100Kn、130Kn, 锚杆长度为 6m、9m、12m 三种。倾角 20°。框架为钢筋混凝土结构, 混凝土强度 C25, 截面尺寸 30cm×30cm, 框架梁每隔 9m 设置一道伸缩缝, 缝宽 2cm。

预应力锚索为压力分散型, 钻孔孔径为 130mm, 锚索采用高强度低松弛无粘结钢绞线, 抗拉强度 1860MPa, 锚索长度 21m~32m, 锚固端长度 10m, 倾角 25°, 设计锚固力分为 500KN 及 750KN 两种, 框架为钢筋混凝土结构, 截面尺寸 60cm×60cm, 框架梁每隔 9m 设置一道伸缩缝, 缝宽 2cm。具体结构样式如下图所示:

路堑拱形骨架采用 C25 砼预制块砌筑结构,拱圈宽度 50cm,厚度 10cm,拱圈高度 4.5m,沿线路纵向每隔 4 个拱圈设置一道伸缩缝,缝宽 2cm,其深度不小于 10cm,具体结构型式如图 1 所示:

3.2 工艺流程

3.2.1 系统框架锚杆防护施工工艺流程图

系统框架锚杆防护施工工艺流程如下图所示:

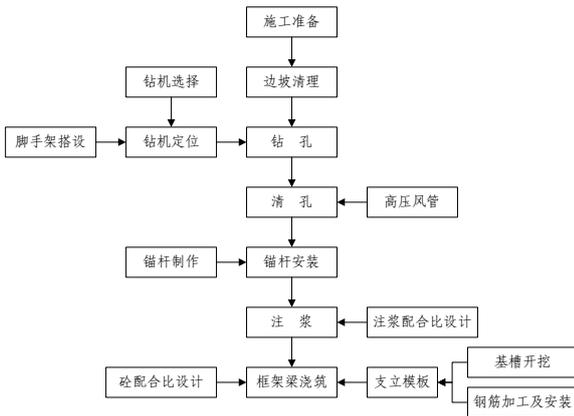


图 1 锚杆框架防护施工工艺流程图

3.2.2 预应力锚索框架防护施工工艺流程图

预应力锚索框架防护施工工艺流程如下图所示:

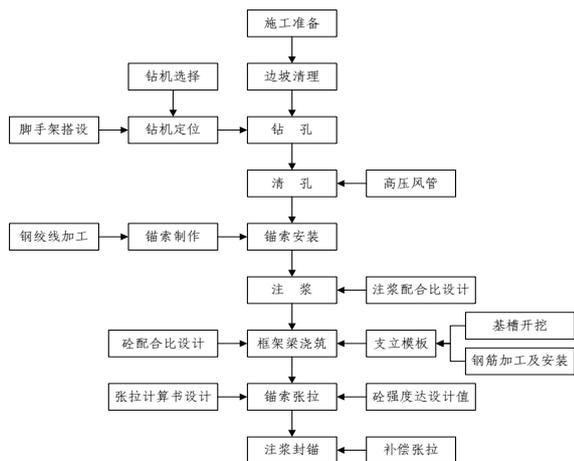


图 2 锚杆(索)框架防护施工工艺流程图

3.2.3 路堑拱形骨架防护施工工艺流程图

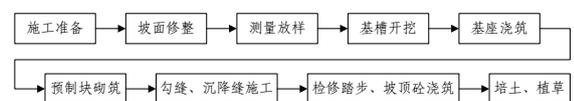


图 3 路堑拱形骨架防护施工工艺流程图

3.3 施工方法

边坡防护施工应边开挖边防护,即开挖一级,防护一级,不得一次开挖到底,以确保边坡稳定。

3.3.1 施工准备

3.3.1.1 坡面处理

边坡刷坡成型后,做好边坡复测及清理工作。



图 4 边坡刷坡成型

3.3.1.2 施工平台修整及搭设

①采用自行式钻机施工时,边坡开挖、刷坡至每排锚孔高度后,预留足够宽度进行锚孔钻孔施工,施工前对现有边坡的稳定情况进行观察,确定安全后进行施工平台修整,确保施工过程中平台稳定安全,钻机行走平稳方便。

②采用便携式钻机施工时,边坡防护施工前,应先搭设脚手架施工操作平台,便于工人安全。

3.3.1.3 钻机就位

为保证边坡岩体的稳定性,提高钻孔的效率和保证钻孔质量,采用潜孔冲击式钻机,按锚索设计长度在钻杆上做好标记,确保孔深符合要求。

坡面宜提前测放好所需孔位,确保施工无偏差。在钻机运行中,钻机应停稳放好,确保无安全隐患发生,保障工程顺利进行。

3.3.1.4 钻孔施工

在钻孔施工中,为确保边坡岩体的稳定性和孔壁的粘结性能,钻孔要求采用风动钻进,钻孔时应根据当地地质条件及所使用的的钻机性能,严格控制钻机速度,防止孔洞扭曲、变径,锚索无法施工,导致返工。

在钻进过程中应对每个孔位的施工进行仔细观察,做好现场施工记录。如遇坍孔,应立即停钻,进行固壁灌浆处理,待水泥浆初凝后,重新清孔钻进。钻孔过程中还应该经常对孔深和角度进行检测、测量,保证施工的精确程度及质量。同时做好岩芯的保存工作,以求及时了解当地的地质情况。

为保证孔径、孔深满足设计值。在实际施工中,所使用钻头直径不得小于设计孔径。为保证足够锚孔深度,实际钻孔深度要大于设计深度 0.3m。锚孔下倾与水平夹角设计值的允许误差不超过 $\pm 1^\circ$,锚索的方位允许误差 $\pm 2^\circ$ 。

3.3.1.5 清孔

为保证在注浆时水泥砂浆与孔壁岩体的粘结强度,在钻孔达到预定深度后,使用高压风(风压 0.2~0.4MPa)将孔内岩粉和积水全部清除出孔外,不得采用高压水冲洗。若锚孔中有承压水流出,暂停该孔位施工,进行排水处理,待水压、水量变小,满足施工条件后方可安放锚索进行注浆。

3.3.1.6 锚索安装

①锚索制作

锚索的堆放及制作应在工棚内，钢筋、钢绞线堆放时应在底部用 $\geq 20\text{cm}$ 木头垫好，并在上面盖上彩条布防止钢筋、钢绞线锈蚀损坏；在锚索制作过程中，每根钢绞线应外观完好，无机械损伤及锈蚀，保证钢绞线强度符合要求。无粘结钢绞线外套管不得有破损。

为防止锚索弹出伤人，锚索采用专用支架进行施放。锚索制作前应对钻孔实际长度进行测量，并按孔号截取锚索体长度；锚体材料应用机械切割，不得用电弧切割。在锚索施工中，为防止锚索扭曲交叉，每隔 1.5m 设一个架线环。每组锚索制作完毕后，应对其进行检查，无误后应根据对应的锚索孔进行编号，并妥善保管，以便今后使用。

②锚索安装

锚索安装前应使用高压风对锚索孔进行清理，确保孔内无杂物及灰尘。在安装锚索时，应认真核对锚孔编号，确认无误后，人工将锚索体缓缓入孔内。放入的锚索体应提前计算好锚索长度，确保锚固长度，锚索外露段长度满足要求。

3.3.1.7 注浆

注浆采用 M35 水泥砂浆，水灰比为 $0.4\sim 0.45$ ，灰砂比 $1:1$ ，内掺聚丙烯腈纤维（PAN），掺入量 $1.8\sim 2.0\text{kg}/\text{方}$ 。为防止水泥砂浆凝固收缩时锚固体与孔壁锚固力的损失，掺入适量膨胀剂。采用从孔底到孔口返浆式注浆，注浆压力（出浆口）不低于 0.3MPa ，注浆前浆液应搅拌均匀，为保证具有足够流动性，应现搅现用，注浆时，为保证注浆压力，连接时使用螺旋接口。注浆时，为保证孔内浆液密实无空洞，采用孔底返浆一次注浆法。

3.3.1.8 框格梁施工

框格梁施工时，格梁钢筋先在加工场集中下料弯制成半成品，并运到现场，在现场绑扎成钢筋骨架。钢筋绑扎时，要按照事先编写的施工方案，进行钢筋绑扎，钢筋绑扎前为保证，先清除框架基础底部浮土、杂物并在钢筋绑扎完毕后再次进行清理，确保格构梁与坡面紧密结合。

格构梁模板安装时，应事先按照施工方案及相应图纸进行模板加工，并进行编号，以便在现场时方便模板拼装，加快施工进度。模板拼装时，应提前放模板定位线，确保模板竖向垂直，横向水平，保证线形顺畅。格构梁模板安装时，应先安装两边侧模，在钢筋绑扎完毕，检查合格后，方可安装顶模。在浇筑格构梁混凝土时模板表面要提前刷脱模剂，模板底部要与基础紧密接触，以防跑浆、胀模。

浇筑前格构梁应报监理检验，检验合格后方可浇筑。浇筑框架砼必须连续作业，边浇筑边振捣。各竖梁砼应不间断浇筑，若因故中断浇筑，其接缝按通常方式处理。浇筑过程中应充分振捣，及时收面，尤其在锚孔周围，应仔细振捣，保证质量，浇筑完成后及时覆盖土工布养生。



图5 格构梁模板安装



图6 格构梁浇筑成型

3.3.1.9 锚索张拉及锁定、封锚

为保证在锚索张拉时不对格构梁混凝土土体造成损坏，在锚索框格梁混凝土强度达到设计强度后，方可对锚索进行预应力张拉。

张拉前将锚垫板表面清理干净，防止造成张拉误差，锚具安装时应符合张拉要求，与锚垫板和千斤顶密切对中，并与锚索轴线方向垂直，防止造成张拉时的误差。

锚索超张拉力为锚索设计拉力值的 1.1 倍，锚索张拉分两次进行第一次张拉，张拉力为设计张拉值的一半，必须待每根锚索张拉完成第一次后，再依次按照规定次序进行第二次张拉、直到张拉预定值。

张拉完毕后，为保证封锚后不被锈蚀，及其美观性，一般预留一定长度的钢绞线，多余的采用机械切割的方式将其截取，该长度一般为从锚具量起 $5\sim 10\text{cm}$ 。



图7 锚索预应力张拉

3.3.2 系统框架锚杆施工

3.3.2.1 锚杆安装

①锚杆制作

锚杆的堆放及制作应在工棚内，钢筋堆放时应在底部用 $\geq 20\text{cm}$ 木头垫好，并在上面盖上彩条布防止钢筋锈蚀损坏。

根据设计图纸要求,截取相应长度的钢筋,并按照图纸要求制作锚杆,锚杆杆体使用前应外观完好,无瑕疵,制作完毕后应根据锚孔孔位进行编号。

②锚杆安装

锚杆安装前应使用高压风对锚索孔进行清理,确保孔内无杂物及灰尘。在安装锚索时,应认真核对锚孔编号,确认无误后,人工将锚索体缓缓入孔内。放入的锚索体应提前计算好锚索长度,确保锚固长度,锚索外露段长度满足要求。

3.3.3 路堑拱形骨架施工

3.3.3.1 开槽

根据测量人员施放的骨架位置,采用人工开挖沟槽,沟槽开挖要垂直于坡面,开挖深度 15cm。沟槽开挖完成后,为保证骨架与坡面的紧密结合,应及时清除沟槽内的浮土与杂物,在骨架施工时,应先对沟槽的位置、尺寸进行检验,并及时监理进行报验。

3.3.4.2 浇筑基座

基槽开挖完毕后,施工人员对基座位置进行准确的放样撒线,基座深度为 60cm,宽为 50cm,基座采用 C20 混凝土现浇。

3.3.4.3 预制块码砌

骨架自下而上逐层砌筑,顺直道设计位置,骨架预制块采用 C25 混凝土在小型构件预制场集中预制,装运到现场安装,并用水泥砂浆砌筑与勾缝,底部设置 M10 砂浆厚度为 5cm。砌筑时采用坐浆、挤浆法施工,要求砂浆饱满,线型顺直,外观完好,质量可靠。

沿路线纵向每隔 4 个拱圈设伸缩缝一道,缝位于拱顶 2 号块附近,缝宽 2cm,用沥青麻絮填塞,其深度不小于 10cm。

在每级边坡中部设置两道防滑耳墙,垂直间距 2m,可根据实际边坡高度适当调整。

3.4 操作要求

施工前认真做好坡面平整工作,对坡面凹凸处进行修整,确保成品线条顺直、平整,结构尺寸满足设计及规范要求。

施工过程中,须加强巡视检测,如发现边坡出现裂缝、失稳等情况,及时上报监理、设计单位及建设单位,及时采取措施解决,确保边坡稳定及施工安全。

施工所需平台搭设时,管扣要牢固和稳定,钢管与坡面之间必须楔紧,以确保施工安全。



图 8 路堑拱形骨架施工

4 加强高边坡防护施工质量控制的建议

4.1 加强设计文件、施工方案审核

在高速公路工程施工中,高边坡的防护技术,是提高高速公路工程施工质量的关键措施之一,而高边坡防护施工质量的把控,就要提前根据施工现场及当地的地质及气候条件,做好施工方案的设计和审核。在工程施工实施之前,首先对于所设计的施工图纸认真组织学习,对管理人员和施工人员进行交底后才能开始具体的实施。

4.2 加强材料验收和施工监管

首先,材料是工程实施及顺利进行必不可少的一部分,材料是否合格更是是施工质量最重要的保障措施之一。

工程材料进场时,材料员及监理要对所有的施工材料进行检查验收,包括对产品的生产日期、合格报告、出厂检查报告、等方面进行检查。材料检查合格后,方可在工程中进行使用。

4.3 人员的培训,及技术的管理

在任何生产活动中,人的作用是不可替代的,在工程施工生产中尤为重要,施工人员及管理人员的技术水平势必不可少的,但相应的责任心也是不可缺失的,双管齐下,技术与责任的双双俱全,才是工程质量的必备保证。

5 结束语

高边坡防护施工技术的使用对高速公路的发展是及其重要的,高边坡防护施工质量的把控决定了一条高速公路的好坏,所以对于高边坡防护施工,施工人员不仅要掌握一定施工的技术,还要有一颗对工程负责的责任心,项目施工还要有一个完善且良好的质量管控体系,加强对工程施工的监管工作,提高工程施工的质量监控,只有这样才会有更多更好的工程诞生。

[参考文献]

- [1]张俊.公路高边坡防护方式及施工质量控制的探析[J].建筑工程技术与设计,2015(6):617.
- [2]刘利国.结合实例论高速公路高边坡施工要点[J].交通世界,2016(29):40-41.
- [3]王冠石.道路工程高边坡防护技术与施工浅述[J].建材发展导向,2019(14):238.
- [4]郭春文.论预应力锚索桩板式挡墙联合抗滑桩支护技术在高速公路路基边坡加固中的应用[J].建材发展导向,2011,9(1):130-131.
- [5]任普刚.浅谈公路路基边坡加固防护工程的设计方法[J].科技创新导报,2012(19):119.

作者简介:王飞(1988.12-)男,山西省运城市,汉族,本科学历,山西一建集团有限公司-工程师,从事项目管理工作的。