

预应力锚索技术在道路高边坡设计施工的应用

黄始南

北京市市政工程设计研究总院有限公司深圳分院 518045

摘要: 预应力锚索技术的施工原理是利用施工现场土体本身的自重结构,通过发挥其固有承载力来起到对土体的保护作用,近年来该技术被广泛运用到我国的各项边坡设计施工过程中,但由于我国对预应力锚索技术的研究起步较晚,因此其所取得的实际应用情况并不理想,随着我国道路网络的不断扩大,运营类锚索技术在道路高边坡设计施工中的应用也必然越来越广泛,因此对其的研究讨论具有十分重要的现实意义。

关键词: 预应力锚索;高边坡设计;稳定性

Application of Prestressed Anchor Cable Technology in the Design and Construction of Road High Slope

Shinan huang

General Institute of Beijing Municipal Engineering Design and Research Co., Ltd. Shenzhen Branch 518045

Abstract: The construction principle of prestressed anchor cable technology is to use the structure of the soil itself, in the construction site and protect the bearing capacity of the soil, the technology, which is of great practical significance.

Keywords: prestressed anchor cable; high slope design; stability

在我国大部分土木工程施工现场中,最常见的地形环境就是边坡了,边坡极容易受到人为因素和自然因素影响,因此近年来我国各地土木工程时常发生滑坡、泥石流以及崩塌等不良事件。我国国土辽阔,各区域的地质结构和性质都存在较大差异,加上大部分区域都属于山地,因此也是全球发生地质灾害较为严重的区域。由于土体本身具有很高的复杂性,因此在开展边坡工程的时候需要考虑到的影响因素较多,对此工程技术人员必须要设计出一套稳定、有效的施工方案。

1. 预应力锚索锚固体体系分析

1.1 钢绞线的使用特点

预应力锚索锚固体体系中需要使用到钢绞线,目前我国各施工单位常使用到的钢绞线主要可以分为两种,一种为有粘结一种为无粘结^[1]。有粘结的钢绞线是最早得到应用的,但在进行锚固注浆作业的时候需要使用到二次注浆工艺,也就是经常说到的锚固段注浆工艺,随后施工技术人员可以通过强张拉力的形式来进行自由段注浆。在采取该施工工艺的时候,需要注意为了防止浆液进入自由段,需要在锚固段与其交接指出设置一个阻浆包。而无粘结钢绞线一般是由防腐油脂敷裹以及PE套包

裹而成的,且PE套可以在钢绞线内自由移动、伸缩,由于钢绞线与外界阻断,因此其很难遭受地下水以及外界等各种因素的侵蚀^[2]。无粘结的钢绞线,其在使用时都具有如下三个特点。其一是注浆作业均采用全孔一次性注浆工艺,其二是由于其受到PE保护套以及防腐油脂的保护,因此其防腐性能较高,其三是可以开展二次补偿张拉。

1.2 预应力锚索外锚头

外锚头的主要作用是锁定锚索张拉荷载,其一旦受到损害,就会造成整个锚索失效,因此施工技术人员需要在使用之前采取有效的防护措施对其进行保护。目前预应力锚索外锚头主要是由钢筋混凝土锚墩、锚夹具所组成的^[3]。锚固技术是利用特殊的手段,将钢丝和高强度钢筋在高应力下长期提升为受拉结构,从而提高整体岩土强度,改变岩土应力状态。该施工技术具有经济性、先进性等优点。它还广泛应用于中国的水利水电工程中。它不仅适用于坝基加固,还能够被应用于各种地下工程。

1.3 锚杆结构将其分类

在岩土锚固施工过程中,施工技术人员通常将所有的锚杆和锚索统称为锚杆。锚杆的作用原理是将拉力传

递到一个更稳定的岩土结构系统，该结构系统主要由锚头、自由段和锚固段组成。锚头的作用是对锚杆进行锁定，其主要组成结构有垫板、垫墩以及锚具。目前市面上常见的两种新型内锚具试验数据如表1所示。

表1 两种新型内锚具试验数据

挤压力值 (Mpa)		屈服力值测力仪读数 (KN)	屈服力值油表读数 (MPa)	是否屈服
新型内锚具1	新型内锚具2			
20~25	18~22	204~209	47~49	开始屈服

锚固段的功能是通过在螺栓远端转移张力，确保其能够承受最大设计张力。自由段的功能是将锚头的张力转移到锚段的中间区域，其主要组成部分有防腐构造、锚拉筋。

根据锚杆是否需要预先施加压力以及其形态可以对其进行分类为岩石锚杆以及土层锚杆^[4]。岩石锚杆主要被运用锚固段施工过程中，而土层锚杆则主要被运用在各类土层的施工环节中。根据锚固的形态可以将其划分为圆柱形、连续球型，圆柱型是我国最早开发的一种锚固形式，其主要的承载力是依靠锚固体以及其周围的岩土截止，这种类型的锚杆主要被广泛运用在各种岩石施工过程中。而连续球型的锚杆则主要运用在施工的自由段和锚固段交接之处，施工技术人员通过对锚固段进行灌浆处理，令其形成一个串球状态，以此可以有效加强锚固体与周边土体之间的锚固强度。

1.4 锚固提高边坡稳定性的施工技术原理分析

从目前我国各土木工程的实际施工情况来看，其使用频率最高的当属岩土锚固，其施工原理实际上是围绕岩石和土壤的抗剪强度来传递拉力，从而达到稳定结构的效果，使用螺栓后，它可以提供岩土和结构在外部荷载下的抵抗力，从而使锚定底部产生的全部收益能够对岩土层起到加固作用，同时还能够有效增强整个地层的强度，起到改善地层力学性质促使其与结构连接形成一个共同结合体，从而有效地对应拉力和剪力^[5]。而边坡锚固技术则是通过运用锚杆将其埋进边坡的剪切面以下，据此可以产生一个摩阻效应，促使边坡形成一个抵抗移动的作用力，从而提高边坡整体的稳定性。该技术的工艺流程是先将外锚头安置于锚杆的外端部位，然后对整个锚杆施加一个预应力，随后通过锚固传递给对应的结构物，在自由段两端连接锚头和锚固体，利用锚杆的弹性变形特性对其施加预应力，从而将拉力传递给岩土地层。

2. 现阶段我国高边坡工程设计施工时预应力锚索技术的应用问题分析

2.1 预应力锚索技术存在问题

从现阶段我国高边坡工程的实际施工情况来看，其主要使用到的预应力锚索技术可以划分为两种，分别为拉力型以及压力型，两种技术各有各的优势，需要根据实际的施工情况来选择。两种技术的优劣势主要体现在如下几个方面。

首先，若使用拉力型，那么在实际的施工过程中经常会出现锚索腐蚀、锚固段较长以及二次注浆等情况，这些问题不仅会影响锚固的实际效果，还会缩短锚固的使用寿命。

其次，若使用压力分散型，其虽然可以有效改善锚固段应力不集中的问题，但在应用过程中很容易受到地下水的侵蚀。如果只是将所有的锚头简单进行捆扎，那么还容易导致锚索孔径变大。

最后，拉力型会将大部分的拉应力集中在锚固的前半段，到后半段拉应力就会逐渐减弱，因此容易产生剪切力破坏。而压力型的主要压应力则集中在锚固段底部，因此容易导致整个锚固体压裂破坏^[6]。

2.2 预应力锚固技术在道路高边坡设计施工中的应用

2.2.1 主要施工材料

主要施工材料有混凝土、钢材、石料、水泥、砂，两种材料需要根据高边坡工程的实际情况进行选取。需要注意的是，凡事需要进行焊接的钢筋材料都必须满足可焊性要求，而焊接长度则需要根据钢筋大街长度规范要求。普通的钢材可以选择Q235，但质量必须符合碳素结构标准。

2.2.2 设计要点

对于高边坡工程的施工设计工作而言，勘测人员需要在有限的时间内完成规定的工作量，因此很难保证所有勘测数据都十分详细、可靠、全面，因此在高边坡工程施工设计过程中经常会出现设计情况与现场实际情况完全不符合的问题，因此必须要采用动态信息化设计与施工流程，主要的施工设计流程如下所示。

① 框架梁设计

根据目前我国的现行标准计算，如果采用矩形混凝土框架的话，需要在每隔50m的地方再设置一道伸缩缝，根据所选择的横梁截面储存和支撑梁截面尺寸来计算出其结构重要性系数以及永久荷载的分享系数。然后再将矩形混凝土框架以纵向的形式嵌入坡面，嵌入的深度为20cm左右。

② 排水设计

在高边坡施工设计过程中需要在边坡的平台上设计安置一个砌石边沟，然后根据实际的施工现场情况从边沟的两侧布置两个不小于0.3%的底纵坡，这样可以有效

进行排水作业。当水从平台中排除之后,施工技术人员需要沿着施工现场的地形高线向外设置一个浆砌片石排沟或者是急流槽,这样可以将施工中所产生的水流引入自然的沟渠内^[7]。针对在施工过程中出现的裂隙水,则需要通过建设盲沟管和截水盲沟的方式来进行排出。

③锚固体设计

若使用的是矩形混凝土框架,则可以利用规则排列方式来将锚杆支护在边坡上,然后将一定范围内的土体进行原位加固处理,从而使得其形成一个复合式结构支护。这种支护结构能够有效减少边坡在临空时所产生的应力释放,从而维系整个边坡的稳定性,避免其在后续出现坍塌情况。

④锚索防腐设计

首先是对锚固段的防腐处理,如果高边坡工程的施工环境没有地层腐蚀因素,那么直接对其进行除锈处理后就不要再做其他处理了;如果地层有腐蚀因素,则需要先用PE套或防腐油脂进行包裹后再运用高强水泥砂浆对其进行密封防腐处理^[8]。

其次是对自由段的防腐处理,一般在使用预应力锚索之前都需要对自由段进行除锈、刷沥青船底期处理,然后还需要利用沥青玻纤布缠裹不少于两层处理后装入聚乙烯套管内,套管两端用黄油充填,外绕孔工程胶布固定。这样的处理效果防腐性极好。

最后是对锚头进行防腐处理,通常外锚头应除锈、涂防腐漆后采用钢筋网罩、现浇细石混凝土封闭。混凝土强度等级不小于C30。普通的钢筋锚头可以采取涂刷防锈漆的方式进行处理,而预应力钢绞线则需要使用配套的钢护罩进行防腐蚀处理。

⑤锚索施工设计

通常采用锚杆钻机干成孔,孔径不小于150mm。通常要求采用二次高压注浆工艺。一次注浆压力0.5MPa,注浆采用水灰比0.45~0.55的水泥净浆灌注,二次注浆宜在常压注浆浆体强度达到5MPa之后进行,注浆压力不小于3.0MPa。锚固段注浆体的28天无侧限抗压强度不低于30MPa。

锚杆张拉前应对张拉设备进行标定。锚杆张拉应在锚固体强度达到设计强度的80%之后进行。锚索锁定前应先进行1.05~1.1倍超张拉,最终按设计锁定值锁定、封锚。

2.2.3 施工要点

在正式开展施工作业之前,施工人员需要先对施工现场进行全面的清理,保证坡面上的所有浮土、杂质以及松动的石块完全清理干净后才能进行施工。如果在处理过程中发现有潜水露出,则需要先进行引流或者截流处理。

在锚杆注浆施工过程中一定要全面监控所有浆材的质量以及性能,对入场的所有水泥复查力学性能。搅拌浆液所使用到的水资源不能含有改变水泥凝结、硬化的有害物质。

锚孔钻进场施工之前,施工人员需要先预先搭设一个满足工程相应承载能力且具有较高稳固性的脚手架,根据坡面的实际情况来测方孔位,正确摆放固定钻机,并根据施工边坡的情况来对所有的机位进行调整,确保所有的锚孔开钻就位的时候其纵横向的最大误差不超过50mm,高程误差则不得超过100mm,保证所有钻孔的倾斜角度以及方向都能够满足边坡的设计需求,倾斜角度误差不超过1.0。

钻孔作业使用干钻,这样可以避免锚索在施工过程中不会对边坡岩石的地质条件造成严重影响,从而确保孔壁的粘结性能,钻孔的速度需要根据所使用的钻机性能以及锚固地层来进行调整和控制,避免钻孔出现变径以及扭曲等不良情况。整个钻孔作业需要做好施工记录,将钻压、钻速、地层、地下水等情况测定准确后记录下来。钻孔作业达到一定的设计深度时,不可立即停钻,需要先稳钻3到5分钟作用,然后再停钻,这样可以避免孔底出现尖灭的问题。在完成钻孔作业后需要及时对锚孔进行清理,如果在施工期间出现了塌孔情况需要立即停止钻孔,并将现场的实际情况反馈给监理工程师,然后采取注浆固壁的处理方式,待24小时后重新进行钻孔。锚孔钻造结束之后需要由监理单位进行检验,合格后才可进入下一道工序。

3. 结语

随着锚固应用范围的不断扩大,在面对特殊岩土条件时,锚固结构已经无法满足支护加固的需求。预应力锚索技术被广泛运用在我国的大型基坑支护施工作业中,且预应力锚索支护在我国的道路高边坡施工中有着不可替代的优势,因此需要通过有效控制其在工作面,减少其他工序对其的干扰来有效解决高边坡稳定性的问题。

参考文献:

- [1]刘杰.大断面松软煤巷关键控制技术研究[J].煤,2022,31(03):76-80.
- [2]魏少伟,蔡德钧,姚建平,石越峰,吕宋.装配式预应力锚索框架结构设计施工关键技术[J].铁道建筑,2022,62(02):15-24.
- [3]赵阳.公路边坡施工中预应力锚索技术的应用[J].交通世界,2022(Z2):187-188.
- [4]张建.预应力锚索施工技术在深基坑支护中的应用[J].工程技术研究,2022,7(03):82-83+98.