

## Discussion on the construction technology of prestressed anchor cable to reinforce high slope

Zhou Hongwei

Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an

**Abstract:** In the construction of expressway in mountainous area, because of the high excavation quantity of cutting slope, it is easy to induce large landslides in the area with poor geological conditions. In the successful experience of controlling this kind of landslide, it is more and more common to use prestressed anchor cable as the main method, and to integrate and control the flood prevention and drainage.

**Key words:** High slope protection; Prestressed anchor cable; Application

Received: 2019-11-12; Accepted: 2019-11-27; Published: 2019-11-29

# 浅谈预应力锚索加固高边坡施工技术

周宏伟

西安建筑科技大学，西安

邮箱: hongweizhou.02@gmail.com

**摘要:** 在山岭重丘地区高速公路的施工中，由于路堑边坡高工程挖方量大，在地质条件差的地段，容易诱发大的山体滑坡。在治理这一类滑坡体的成功经验中，采用预应力锚索为主，并对防排水进行综合治理，是当前在工程建设过程中越来越普遍的边坡治理方案。

**关键词:** 高边坡防护；预应力锚索；应用

收稿日期：2019-11-12；录用日期：2019-11-27；发表日期：2019-11-29

---

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



## 1 工程概况

### 1.1 设计及变更

某公路工程路基右侧原设计为四级边坡，破率为 1: 0.75。最下级为 8 米高浆砌片石挡土墙，上部三级边坡采用挂网喷锚防护。在开挖过程当中出现了宽 45 米，高 12.5 米，垂直山体深 11 米的塌方段。并且还在不断的发展。

### 1.2 滑坡段地质情况

塌方发生后，经过业主、设计代表、施工方及有关专家现场察看，得出结论：该滑坡体表层为 1-3 米的土质层，覆盖在其下 3-11 米为强至中风化粉砂板岩层。由于强风化粉砂板岩，再开挖后，高边坡产生过大的卸载松弛变形，且受地表水及山体渗水的影响，软化了结构面的强度，降低了滑动面的抗剪强度，从而使山体出现了滑坡现象。

### 1.3 综合治理方案

结合该段边坡的地质条件、地理特征及工程特征，形成了综合治理方案：该段边坡改为十级边坡开挖，破率为 1: 1.25 由下至上第一级按原设计施工，第二、三、五、七级采用预应力锚索防护，第四、八、九十级采用挂网喷锚防护，第六级采用框架混凝土防护。同时要做好各级边坡防排水。

## 2 锚索施工

### 2.1 施工准备

①锚孔的测设及钻机就位。根据设计图纸，测设锚索孔位，打入标桩，标明钻孔标号，孔位偏差不得超过  $\pm 1$  mm。搭建钻孔工作平台，固定钻机，确定钻孔方向。设计锚孔下倾角与水平角的夹角为  $15^\circ$ ，钻孔倾角偏差不得超过  $\pm 1^\circ$ 。②锚索拉拔试验。在现场找到与设计锚固段相似地质的岩层进行锚索拉拔试验，以确定锚索锚固力的大小，验证锚索参数的选择是否合理。并根据试验结果加以修正，从而能够正确的指导施工。锚索采用  $7 \times 15.2$  mm 高强度低松

弛的 1860 级钢绞线组成，锚固端长 8 m。

该边坡设计荷载为 1000 KN，锁定荷载为 1100 KN。锚索张拉分两次四级进行，分别为 100 KN、250 KN、500 KN、750 KN、1000 KN、1100 KN。

## 2.2 钻机钻进、成孔

①采用干钻法造孔，禁止湿钻，以确保锚况作好现场记录。若遇到塌孔、偏孔等不良钻进现象时应立即停钻，及时进行固壁灌浆处理。待水泥砂浆初凝后，重新钻进。③钻孔质量。钻孔圆直、不得弯曲，钻孔过程中要及时测量倾角，发现不符时，立即纠正。以保证 8 m 长的锚固端处在中风化层。钻孔长度要比设计值长 1.0 m 作为沉渣段。④钻孔清理。终孔后必须使用高压空气(风压 0.2—0.4 MPa)吹孔。将孔内的岩粉或孔内渗水排出孔外，以保证锚索、水泥浆、孔壁岩体间的粘结强度。清孔后对孔口暂时封堵，避免孔外杂物进入孔内。

## 2.3 锚索制作及安装

①锚索采用 7×15.2 mm 高强度低松弛的 1860 级钢绞线组成。锚索下料时，采用砂轮切割机切割，不得用电焊切割。要增加比原设计长 1.5—2 m 的自由段，保证千斤顶的长度。②锚索采用 7×15.2 mm 组成的锚索束。在自由端涂抹黄油，套上 PVC 塑料管，确保钢绞线在张拉过程中能够自由伸缩。锚固端必须除锈、除油污，确保锚固效果。同时，要保证钢绞线顺直，不能相互扭曲交错，防止张拉时受力不均，从而导致断锚现象。为此，在锚固端沿锚束轴线方向每隔 1.2 m 间隔设置扩张环和紧箍环。在紧箍环处应使钢绞线之间有一定的空隙，保证注浆时能够将锚索空隙填充密实，钢绞线得到充分握裹和保护。③安装锚索。在检查完锚索、锚孔后，即可安装。用人工将锚索缓慢的放入孔内，钢尺量孔外的余量，计算孔内锚索长度(误差 ±5 mm)。确保孔内沉渣段的长度穿索时不要让锚索扭压、弯曲。注浆管头距锚固端端头 5—10 cm，确保水泥浆能够顺利流出。安装完毕后应拉拔 1—2 次，看孔内有没有塌孔现象。

## 2.4 锚索注浆

锚索注浆采用 30 MPa 的水泥浆。施工配合比为：水泥：砂：水：减水剂 = 1：1.25：0.47：0.006。注浆方法采用孔底至孔口返回式注浆，不能从孔口灌入水泥浆，注浆压力不小于 0.25 MPa。水泥浆应在用时搅拌，在其初凝前用完。第一次注浆完成后，看有没有稠密的水泥浆从孔口溢出。待水泥浆初凝后，再补注水泥浆，保证水泥浆体达到孔口位置。

## 3 框架混凝土施工

框架是锚索张拉时的受力构件，所以在施工时应保证坡面平整，使框架和坡面保持密贴，保证框架所承受的荷载能够均匀的传递到山体上。施工时应注意锚索与锚垫板的垂直角度。锚垫板底端与孔内水泥浆体之间应用 PVC 管套在锚索上，防止混凝土将锚索裹住，保证锚索在张拉的时候能够自由伸缩。框架采用 C25 混凝土整体浇注。浇注时对钢筋密集部位、锚垫板下的部分仔细振捣，保证混凝土的质量。浇注时将锚垫板用覆盖物遮盖住，防止混凝土的水泥浆将小注浆孔堵塞。

## 4 锚索张拉、锁定、封锚

框架混凝土达到设计强度 80% 且注浆强度达到 100% 后，即可张拉。如果只有一套张拉设备的话，其顺序为：先从上部开始张拉一根锚索，第一次张拉完毕。再张拉下部对角上的一根锚索，第一次张拉完毕。再从上部张拉另外一根锚索，第一次张拉完毕。再张拉下部另一个对角上的锚索。第一次张拉完毕。在从上部开始第二次张拉，依次类推。

张拉采用 YCW150B 穿心式千斤顶。张拉时应将锚垫板上清理干净，保证其与锚具密贴，同时要保证千斤顶与锚索在同一条直线上，能够使锚索均匀受力。当荷载加到设计值的 110% 时，观测 30min，如果锚索无应力损失，千斤顶的压力油表指针稳定后，就可以锁定锚索。锁定后，如果有应力损失，且过多的话，应该进行补偿张拉。锚索封端，应采用同框架同标号的混凝土。将锚具顶端预

留的 10cm 钢绞线一同封起来, 保证钢绞线不受腐蚀。索在施工中, 不致与恶化边坡岩体工程地质条件, 保证孔壁的黏结 5 结束语性能。钻孔速度根据使用的钻机性能和锚固地层情况严格控制, 防山区公路施工地质情况复杂, 对于地质较差地段的治理, 用锚索止钻孔扭曲或变形, 造成下锚困难或其他意外情况。

②钻孔过程中, “加固”是一个理想的方案。通过对该段高边坡的后期监测结果证明, 应对每孔的钻进地层变化、进尺速度、地下水情况以及一些特殊情达到了预期目的。

## 参考文献

- [1] 常瑞杰. 预应力锚索加固高边坡施工技术[J]. 铁道标准设计, 2004, 16(3): 34-37.
- [2] 邱玉良. 高大边坡防护预应力锚索施工技术[J]. 铁道标准设计, 2007(7): 61-63.
- [3] 周传刚. 预应力锚索在高边坡防护中的应用技术[J]. 山西建筑, 2010, 36(2): 141-142.