

文章编号: 1006—2106(2009)01—0027—05

边坡锚固工程质量问题及其影响^{*}

郑 静^{**} 韩 龙 朱本珍 曾辉辉

(中铁西北科学研究院有限公司, 兰州 730000)

摘要: 研究目的: 通过边坡锚固工程质量的检查与检测分析, 研究总结边坡锚固工程主要存在的质量问题及其对边坡锚固工程的影响, 为边坡锚固工程结构工作状态和既有锚固工程边坡稳定性评价提供依据。

研究结论: 边坡锚固工程为隐蔽工程, 主要存在锚头、锚筋、外锚结构物和防腐方面的质量问题及预应力损失的问题。其中锚头、锚筋、外锚结构物的问题基本为施工质量问题; 防腐问题既有施工质量问题, 也有设计考虑不周所造成的问题, 但因施工质量不佳或偷工减料而造成的防腐问题占绝大多数; 预应力损失问题既有锚固体本身和张拉系统产生的正常损失, 也有因施工质量而造成的非正常损失。以上问题中, 既有人为因素造成的, 也有技术原因造成的。锚头、锚筋、外锚结构物和防腐方面的质量问题对边坡锚固工程构成直接影响, 而预应力损失对边坡锚固工程的影响应视具体情况而定。

关键词: 边坡; 锚固工程; 质量问题; 影响

中图分类号: U213.13 文献标识码: A

The Problems Related to the Anchorage Engineering for Side Slope and Their Effects

ZHENG Jing HAN Long ZHU Ben-zhen ZENG Hui-hui

(Northwest Research Institute Co., Ltd of CREC, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: Research purposes: Based on the inspection and analyses of the anchorage engineering for side slope, the researches are done on the problems related to the anchorage engineering for side slope and their effects for the purpose of providing the basis for evaluation of the quality and stability of the anchorage engineering for side slope.

Research conclusions: The anchorage engineering is a concealed work, possibly occurring the problems in anchorage head, anchor rod, outside anchorage structure, prevention of corrosion and prestress loss. For instances, the problems in anchorage head, anchor rod and outside anchorage structure are caused by poor engineering quality. The problem in prevention of corrosion is not only by the poor engineering quality, but also by poor design. The problem in prestress loss is not only caused by the normal loss from the anchorage body and tension system, but also by the abnormal loss because of poor engineering quality. In a word, the problems mentioned above are caused by both personal sector and technical sector, and the problems in anchorage head, anchor rod and outside anchorage structure can certainly make the effects on the anchorage engineering for side slope and the effect of prestress loss on the anchorage engineering for side slope should be defined regarding the concrete circumstance.

Key words: side slope; anchorage engineering; engineering quality; effect

* 收稿日期: 2008—10—28

** 作者简介: 郑静, 1965年出生, 男, 教授级高级工程师。

在我国,自 20 世纪 60 年代将普通砂浆锚杆应用于铁路隧道和边坡治理、20 世纪 80 年代将锚索应用于滑坡、高边坡治理工程以来,由于其结构轻型、布置灵活、施工快捷、施工设备相对轻巧及工程费用较低等优点,已在边坡治理中得到广泛的应用。据不完全统计,1993—1999 年期间,国内仅边坡工程与深基坑工程的锚索(杆)年使用量约为 3 000~3 500 km。近几年来,随着我国基础设施建设投资规模的加大,特别是西部山区的水利、水电、铁路与公路建设等国家重大项目的实施,我国岩土锚固工程的发展尤为迅速,已经成为边坡治理的主要工程措施之一。由此可见,锚杆、锚索在我国边坡治理工程中的应用已有 40 多年和 20 多年的历史,但是锚固工程结构的工作状态如何,如何对其进行评价,这是评价既有锚固工程边坡是否稳定的关键问题,也是需要我们亟待研究解决的问题。要达到这个目的,首先必须掌握既有边坡锚固工程可能存在的质量问题及其影响,因而笔者结合国内 16 处既有边坡锚固工程质量的检查和部分项目的检测,对既有边坡锚固工程存在的质量问题进行了分析总结,同时对由此造成的影响进行了研究。

1 边坡锚固工程质量的检查与检测

边坡锚固工程的质量,应以无损检查与检测为原则。据此,我们对国内完工 3 年的 16 处边坡锚固工程质量进行的检查与检测主要内容有:锚固工程质量直观检查、锚索(杆)长度、承载力、剩余预应力和外锚结构物强度的无损检测。

1.1 直观检查

锚固工程质量的直观检查,主要是通过视觉对外锚结构物和锚头封闭体的外观质量进行直观检查,包括截面尺寸、混凝土强度的颜色、缺陷、锚头封闭情况等;敲开锚头封闭体后检查锚垫板、锚板与夹片的安装情况,锚板与夹片及钢绞线的配套情况,锚板松动情况,锚头与钢绞线的腐蚀情况,节点处混凝土的振捣密实等。这项检查虽然简单,但很直观,能清楚和快速地查出影响锚固工程质量的一些问题。

表 1 是对 16 处边坡锚固工程质量直观检查的结果。16 处边坡共有锚索 6 918 孔,抽样检查 386 孔,混凝土框架 580 片,抽样检查 58 片,地梁 1 274 根,抽样检查 128 根。

表 1 16 处边坡锚固工程质量直观检查结果

项目	锚索 386 孔						框架 58 片		地梁 128 根	
	无锚板	无锚垫板	无和缺夹片	夹片安装不齐	锚板松动	锚头和钢绞线锈蚀	假框架	存在缺陷	假梁	存在缺陷
数量/(孔、片、根)	28	12	15	22	65	11	2	12	6	13
比例/%	7.25	3.11	3.88	5.69	16.83	2.85	3.45	20.69	4.69	10.15

1.2 无损检测

锚索(杆)长度采用应力波法来检测,外锚结构物强度主要通过回弹法结合现场取芯进行室内抗压强度

试验来检测。由于既有边坡锚索(杆)的锚筋已切割,无法按常规方法进行张拉,因而承载力、剩余预应力采用特殊的张拉技术检测。具体检测结果如表 2 所示。

表 2 16 处边坡锚固工程质量检测结果

项目	锚索 386 孔						框架 58 片	地梁 128 根
	长度不足	长度不足 ≥ 2 m	长度不足 ≥ 10%	承载力不足	剩余预应力 < 40%	剩余预应力 ≥ 40%	强度达不到 设计值	强度达不到 设计值
数量(孔、片、根)	8	5	3	12	116	270	18	5
比例/%	2.07	1.30	0.78	3.11	30.05	69.95	31.03	3.91

2 既有边坡锚固工程存在的质量问题及其影响

通过检查与检测、分析和研究总结,既有边坡锚固工程存在锚头、锚筋、外锚结构物和防腐方面的质量问题及预应力损失的问题。

2.1 锚头部分

锚头部分既存在锚具本身的质量问题,也存在施

工中的质量问题。

《土层锚杆设计与施工规范》要求,锚具应能承受 95%的杆体极限抗拉力^[1],《预应力筋用锚具、夹具和连接器》国家标准要求,锚具应具有可靠的锚固性能、足够的承载能力和良好的适用性,以保证充分发挥预应力筋的强度,并安全地实现预应力张拉作业,为此锚具的静载锚固性能应同时满足锚具效率系数不小于 0.95 和达到实测极限拉力时组装件受力长度的总应

变不小于 $2.0\%^{[2]}$ 。如果达不到以上要求,则锚具本身存在质量问题。当然还有锚具达不到疲劳和周期性荷载要求的质量问题。但这部分容易满足,出现的问题较少,只要严格控制进货渠道,锚具本身的质量会得到保证。

锚头部分的施工质量问题主要有缺夹片和夹片安装不齐 2 个方面,另外还有锚板与夹片不配套或锚具与钢绞线不配套(见图 1)、甚至无锚垫板和锚板的特殊情况出现(见图 2~3)。在锚索张拉锁定施工时,由

于施工人员疏忽或不尽责,个别穿孔未安装夹片或夹片掉落,只有剩余孔锚筋被锁定,造成严重的应力集中甚至锚筋被拉断;夹片安装不齐也会造成锚筋受力不均匀,致使部分锚筋受力大于设计值,严重时也会因应力集中而拉断锚筋;无锚垫板造成外锚结构物局部受压破坏或功能降低,无锚板造成锚索失效。另外,也有因封锚施工不好,防腐不佳,导致锚头锈蚀的情况(见图 4)。

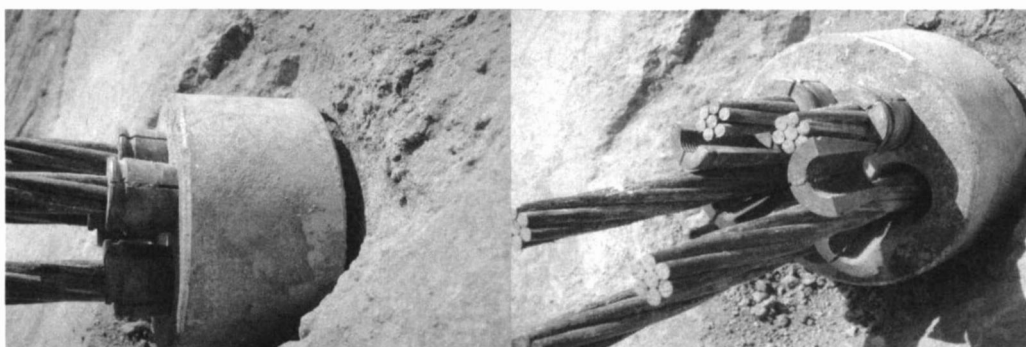


图 1 锚板、夹片及钢绞线之间不配套的情况



图 2 未安装工作夹片



图 3 未安装锚板与锚垫



图 4 锈蚀的锚头

2.2 锚筋部分

边坡锚固工程中所用的锚筋主要为正规厂家生产的预应力钢绞线和钢筋,因而锚筋本身的质量问题较少,主要为施工过程中产生的质量问题,具体有锚筋长

度不足,钢绞线断根或断丝等。通过调查分析认为,出现锚筋长度不足的可能性主要有以下几种:第一种是因地层复杂成孔困难,施工人员在未达到设计孔深的情况下终孔;第二种是钻孔达到了设计孔深,但因塌孔而锚筋难以安装到位,施工人员将孔外未安装到位的锚筋进行了割除;第三种是施工人员纯粹为了减少工作量,偷工减料,不按设计孔深施工造成的。锚索(杆)是一种主要承受拉力的柔性杆状构件,在边坡和滑坡治理中它是通过钻孔及注浆体将锚筋固定于深部稳定地层(滑床)中,将滑体或不稳定体与深部稳定地层紧紧地联锁在一起,从而达到限制滑体或不稳定体变形而使其稳定的目的。由此可见,锚筋长度不足会使锚索(杆)进入设计锚固地层的长度不足甚至未进入设计的锚固地层,致使有效锚固力减小或起不到锚

固的作用,结果造成锚索的承载力和锚固工程效果降低甚至失败。锚筋长度不足为严重的施工质量问题,并且也是边坡锚固工程中常遇到的问题,主要是因施工单位不负责任或偷工减料造成的,属于人为原因而非技术原因造成,因而应加强监督检查,严加防范,避免施工中锚筋长度不足的问题出现。

钢绞线断根或断丝有多种原因:锚具夹片质量不合格会造成钢绞线未达到设计值而在夹片处断裂,反力结构预留孔道与钻孔不在同一直线上造成钢绞线局部应力集中而断裂,锚头安装造成钢绞线受力不均而断裂等等。

2.3 外锚结构物部分

外锚结构物类型主要有锚墩、地梁、框架等,锚索抗滑桩由于是锚索和抗滑桩共同受力,因而与前者有所不同,但单独对于锚索而言,抗滑桩也相当于外锚结构物。在锚索(杆)张拉锁定过程中,外锚结构物为张拉设备提供反力;在滑体或边坡不稳定体变形滑动时,其推力首先作用于外锚结构物上,外锚结构物将推力通过锚固头和自由段锚筋传递至锚固段,再由锚固段传至滑床稳定地层,从而阻止滑坡和不稳定体的变形滑动。由此可见,外锚结构物起到提供反力和传力的作用,其施工质量的好坏直接影响到锚固工程的效果。

反力结构的质量问题主要是其混凝土强度不足和截面尺寸达不到设计要求,出现这种问题的原因主要是由于施工过程中对混凝土振捣不密实、配合比不合理、养护措施不到位及偷工减料等。除此之外,个别施工单位采用部分假梁蒙混过关(见图5),致使个别部位锚固工程不起作用,从而降低了锚固工程的整体效果,严重时甚至会造成边坡局部失稳。

2.4 防腐问题

锚索(杆)的防腐问题是边坡锚固工程中的主要问题。根据国际后张预应力协会(FIP)地锚工作小组收集到自1934年以来的35例预应力锚索(杆)腐蚀破坏实例统计分析,其中永久锚索(杆)占69%,临时锚索(杆)占31%;腐蚀(断裂)位置发生在锚固段的占6%,自由段的占60%,锚头附近的占54%^[3-4]。由此可见,在国外防腐标准较高的情况下,永久锚索(杆)因腐蚀时间较长而破坏所占的比例较高,腐蚀破坏大部分发生在自由段和锚头附近,但在保护较好的锚固段仍有腐蚀破坏的情形发生。在我国,除了锚索(杆)的防腐标准相对较低外,主要是不良的施工技术



(a)



(b)

图5 假梁情况

和施工质量影响防腐能力,降低了锚固结构物的耐久性与安全性。因质量问题而使锚索(杆)防腐能力降低甚至腐蚀破坏的情形可能有:注浆缺陷、波纹管或PE套管破损、锚头下部未补浆、锚头封闭不严、内锚头防护不佳等。

由于注浆体可以通过提高其强度标号和采用抗腐蚀性水泥而达到防腐效果,因而以上质量问题主要对锚筋和锚头夹具产生影响:(1)因注浆压力不够、拔管过快和排气不充分造成的注浆不密实、注浆空洞等注浆缺陷,会使锚筋在该缺陷位置的防腐能力降低或丧失而使锚筋受到腐蚀,这种情况在锚固段和自由段均会发生,注浆缺陷对于拉力型锚索(杆)锚固段的影响更大;(2)波纹管或PE套管是除了注浆体外的一层非常重要的防腐保护层,若采用了质量低劣的产品,则在锚筋制安过程中会产生破损,从而降低了破损位置的防腐能力;(3)一般设计要求,锚索(杆)张拉锁定后,从锚头预留注浆孔补浆后方可切割锚筋并封闭锚头,但个别施工单位为了省事往往露了这道工序,造成外锚结构物段锚筋外无注浆体保护层,致使本段的防腐能力很弱;(4)对于预应力锚索(杆),其锚头的锚具经除锈、涂防腐漆后应采用钢筋网罩、现浇混凝土封

闭^[5],但施工时往往缺少某道工序、或混凝土保护层厚度不足、或锚头封闭不严而造成防腐能力降低(见图 3),甚至因与外锚结构物连接不佳等封闭缺陷,在受高坠物击中破坏而丧失了防腐能力;(5)内锚头是压力型和压力分散型锚索的关键部位,一旦内锚头破坏,整个锚索将会失效。过去内锚头仅由注浆体防护,现内锚头锚头采用了专用注油脂、密封圈、外部加防护铸钢套的高防腐产品,大大提高了内锚头的防护能力,但由于高防腐产品成本较高,因而好多锚固工程仍沿用注浆体防护或注浆体与涂防腐漆等相结合的简单防腐措施,采用这种简单防腐措施时,必须注意防腐漆的刷涂与注浆施工质量,以保证内锚头的防护有效。

2.5 预应力损失问题

锚索(杆)的预应力损失应视具体情况而定。对于正常张拉锁定的锚索(杆)而言,预应力损失有张拉锁定过程中的短期损失和长期荷载作用下的损失两部分^[6],前者主要为锚具、夹片回弹变形和夹片滑移造成的预应力损失,千斤顶油缸、油泵油管摩擦阻力造成的预应力损失,外锚结构物下岩土体受力变形造成的预应力损失;后者主要为预应力锚索(杆)在长期受荷作用下,锚筋材料应力松弛、锚固岩土体蠕变和灌浆材料徐变造成的预应力损失。以上预应力损失的产生是正常的,若损失不大,则不会造成危害,若损失较大可通过超张拉和补偿张拉来减小预应力损失。除此之外,也有非正常情况造成的预应力损失,如不按设计要求进行超张拉和补偿张拉、注浆不密实、锚筋锚具及外锚结构物质量不合格等均会引起较大的预应力损失,预应力损失过大会造成被锚固边坡的变形增大。因而,为了保证锚固工程效果,应尽量减小正常情况造成的预应力损失,杜绝非正常情况造成的预应力损失。

3 结论

(1)边坡锚固工程为隐蔽工程,主要存在锚头、锚

筋、外锚结构物和防腐方面的质量问题及预应力损失的问题。其中锚头、锚筋、外锚结构物的问题基本为施工质量问题;防腐问题既有施工质量问题,也有设计考虑不周所造成的问题,但因施工质量不佳或偷工减料而造成的防腐问题占绝大多数;预应力损失的问题既有锚固体本身和张拉系统产生的正常损失,也有因施工质量而造成的非正常损失。以上问题中,既有人为因素造成的,也有技术原因造成的。锚头、锚筋、外锚结构物和防腐方面的质量问题对边坡锚固工程构成直接影响,而预应力损失对边坡锚固工程的影响应视具体情况而定。

(2)由于我国部分锚固工程施工队伍水平较低或责任心不强,造成一些锚固工程质量低劣,存在偷工减料和造假的行为,致使我国的边坡锚固工程存在不同程度的安全质量隐患。因而,一方面应加强和推广锚固工程质量的检查和检测,提高威慑力;另一方面要通过学习和教育,提高技术人员的水平,提高锚固工程从业人员的质量意识,以降低或消除边坡锚固工程存在的问题。

参考文献:

- [1] CECS 22:90 土层锚杆设计与施工规范[S].
- [2] GB/T 14370-2000 预应力筋用锚具、夹具和连接器[S].
- [3] 吴海斌. 国内预应力锚杆(索)防护要求与存在的问题[J]. 中国三峡建设, 2002(8): 13-14.
- [4] 姚大钧. 预应力锚杆的长期安全与腐蚀问题[J]. 岩土工程界, 2004 7(12): 23-26.
- [5] GB 50330-2002 建筑边坡工程技术规范[S].
- [6] 周永江等. 预应力锚索的预应力损失机理研究[J]. 岩土力学, 2006 27(8): 1353-1356.
- [7] GB 50086-2001 锚杆喷射混凝土支护技术规范[S].
- [8] JTG F80/1-2004 公路工程质量检验评定标准[S].