

桩板墙加固工程中压力分散型锚索的施工控制

黄如宁 韦福堂 钟瑞辉 刘未来

(柳州欧维姆工程有限公司 柳州 545005)

摘要: 通过个旧~冷墩高等级公路桩板墙加固工程的压力分散型锚索施工实践, 介绍在高边坡桩板墙加固工程中压力分散型锚索的施工技术及其质量控制办法。

关键词: 高边坡桩板墙 压力分散型锚索 施工技术 质量控制 锚索监测

1. 前言

普通拉力型锚索, 在锚固段前端集中受力, 该部位浆体易产生开裂, 使其余部位拉力迅速减弱, 不能充分利用周围岩土体的力学传递性能。

压力分散型锚索是近几年发展起来的新型锚索结构, 具有受力结构合理、防腐性能良好等特点, 已在许多工程中得到应用。压力分散型锚索, 将无粘结锚索的拉力转化为对浆体的压力, 多个承载体将拉力以压力形式分散作用于不同深度的岩土体上, 锚固段岩土体的抗拔性能充分均匀发挥。

压力分散型锚索桩板墙是由压力分散型锚索、肋柱和挡土板组成的主动受力的抗滑支挡结构, 通过对压力分散型锚索施加预应力, 从而达到使肋柱、挡土板和被加固体稳定和限制其变形的目的。

2. 工程简况

此前的《OVM通讯》已介绍了个旧~冷墩高等级公路K22+336.01~K22+513.39段的地形地貌情况, 这里为了文章完整的需要, 再次简单地介绍。

个旧~冷墩高等级公路K22+336.01~K22+513.39段位于深沟河谷谷坡脚地带, 与河床高差20~50米。该段地形横坡50~55度, 路中线右侧10~25米为70~80陡坎, 陡坎高度15~20米, 坡脚处于河流凹岸侧向冲刷地段。

根据钻孔揭露, 该段覆盖层主要为坡洪积碎石土、亚粘土(粉质粘土)记下伏板

岩、灰岩等, 表层为0~2.5米最近堆积的碎石土和粘土。

该段路线位于普洒河下游区, 下游地段主要穿越中三迭统法郎组泥灰岩、页岩、板岩, 分布区解理裂隙发育, 此类地层降水入渗系数较高, 地表径流系数一般可达0.3~0.5以内。普洒河具有纵坡比降大, 水流速度快携砂能力强, 对岸坡冲刷剧烈等特点。路线范围内的地下水主要属基岩裂隙潜水类型, 补给区域为河谷岸坡地带, 并向普洒河径流、排泄, 水交替较为缓慢。地下水埋深为22.1~34.3米, 相应水位高程为781.8~792.4米。

3. 工程措施

3.1 肋柱的布置

根据实际地形和地质水文状况揭示, 地层经受了强烈的挤压, 岩体产状变化大, 层理、解理发育, 岩体间粘结力低, 为防止岩体产生层间滑动, 该路段坡体采用压力分散型锚索桩板墙加固方案。该段路基采用上、下两排肋柱错开布置的形式进行设计, 上、下排肋柱之间采用30厘米的浆砌片石进行封闭。上排肋柱共计45根, 总长1127.20米, 其中第14号肋柱高度23.08米, 埋深14.58米; 下排肋柱共计44根, 总长1288.92米, 其中第16号肋柱高度43.05米, 埋深19.10米。上、下排肋柱根据高度和地质状况分别采用1.0×1.5米、1.5×2.0米矩形断面并带止口, 以便安装于预制挡土板, 肋柱间距为4米, 根据高度不同分为六种形式(见表1及图1), 其埋深按地质资料具体确定。

表1

编号	肋柱形式	截面尺寸	肋柱高度	锚点个数
1	A型肋柱	1.0×1.5米	H≤4米	0
2	B型肋柱	1.0×1.5米	4米<H≤8米	1
3	C型肋柱	1.0×1.5米	8米<H≤12米	2
4	D型肋柱	1.5×2.0米	12米<H≤16米	3
5	E型肋柱	1.5×2.0米	16米<H≤20米	4
6	F型肋柱	1.5×2.0米	20米<H≤24米	5

3.2 挡土板的布置

挡土板根据实际地形分别采用尺寸为0.5×0.3×2.3米和0.5×0.25×2.8米的两种类型。

3.3 压力分散型锚索的布置

3.3.1 锚索布置

锚索为压力分散型锚索，每根锚索均向下与水平夹角为15度，锚索间距为4米，按肋柱高度、回填土高度和地质情况，并考虑足够高的安全系数后，分别确定锚索钢绞线的根数和张拉力。锚索根据钢绞线的根数和张拉力不同分为5种形式（见表2和图1），其中上排肋柱共计105根，1#锚索45根，2#锚索41根，3#锚索19根；下排肋柱共计133根，1#锚索44根，2#锚索39根，3#锚索30根，4#锚索13根，5#锚索7根。锚索索体材料采用OVM-U1型环氧全喷涂无粘结高强度低松弛预应力钢绞线，锚具采用OVM锚固体系。

表2

编号	锚索长度	设计张拉吨位	实际张拉吨位	承载体个数	承载体间距	钢绞线根数	锚索孔径	隔离架间距
1#	31米	5107KN	5180KN	2	6.5米	5根	130mm	1米
2#	31米	6094KN	6200KN	2	6.5米	5根	130mm	1米
3#	33米	10334KN	9940KN	3	6.5米	8根	160mm	1米
4#	35米	13172KN	12400KN	4	6.5米	11根	160mm	1米
5#	35米	16357KN	15500KN	4	6.5米	11根	160mm	1米

3.3.2 监测锚索布置

桩、锚支挡体系的受力主要涉及到两个方面，一是桩自身提供的抗力，另外是锚索提供的抗力。二者应有一个合适的力度，锚索受力过大则设计安全性降低，桩身受力过大同样对桩的安全性也构成影响。要确切知道预应力施加后锚索轴力的实际大小以便进行相应的处理，就需对锚索轴力进行监测。

由于本工程为桩锚加回填土体系，因此锚

索轴力变化在施工工程中是比较大的，根据地质、回填土、桩位和桩上锚索设置的实际情况，选具有代表性的观测锚索孔数为11孔，其中上排肋柱5孔，具体为12-1#、12-2#、16-2#12-1#、12-2#26-1#和26-2#；下排肋柱6孔，具体为16-2#、16-5#、19-2#、19-4#、29-3#、和32-2#。

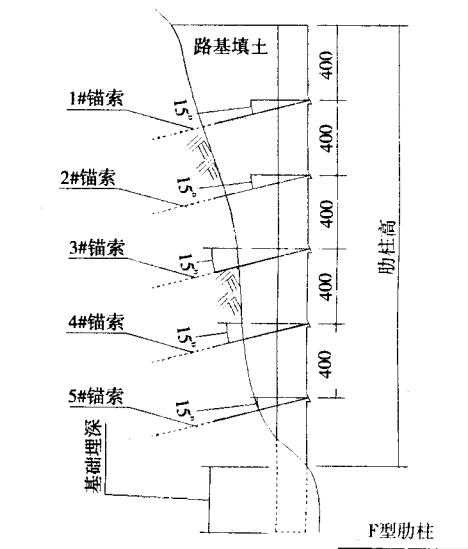
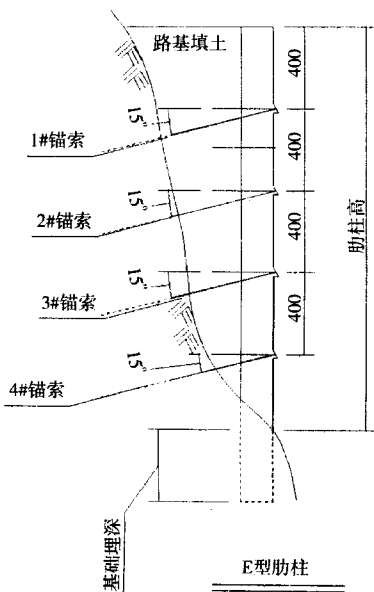
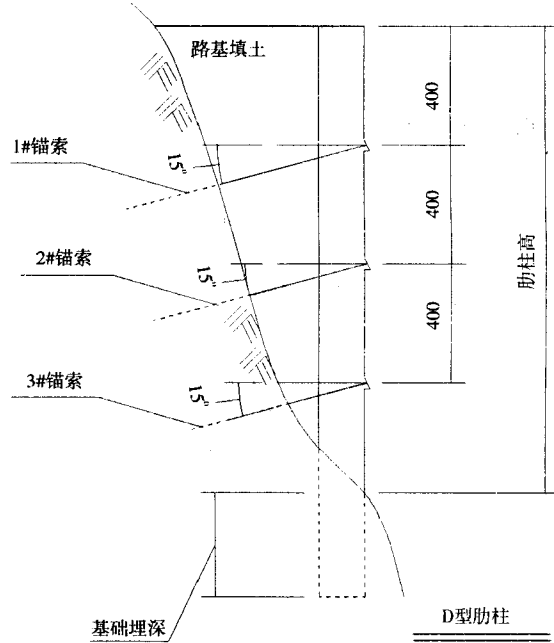
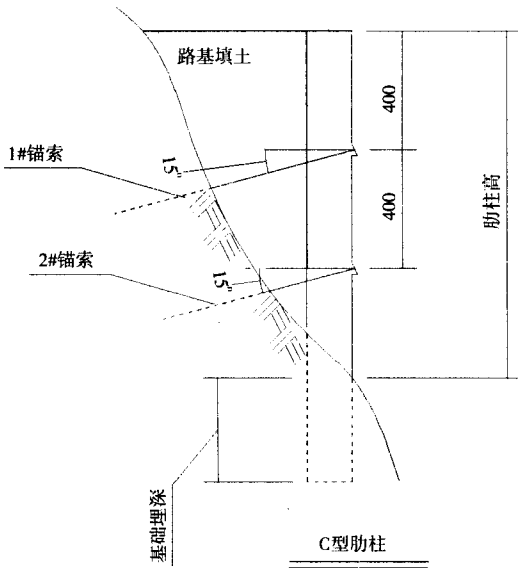
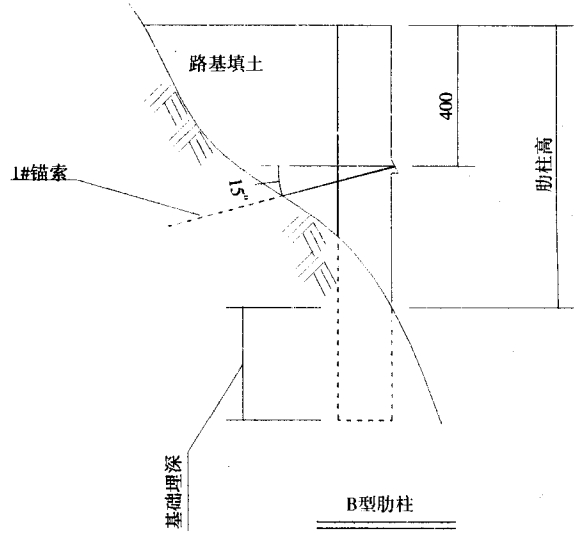
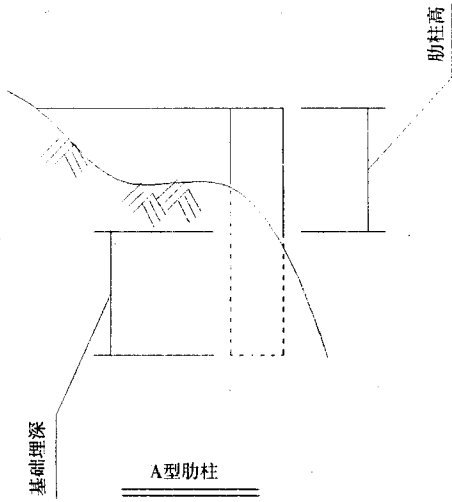
监测设备的选择最重要的是仪器的可靠性，也就是仪器不易受施工设备和人为的破坏，且不易受周围环境、物体变形的影响。根据以往工程的实际检验，锚索测力计采用GMS系列相应量程的锚头测力计，1#、2#、3#锚索使用GMS-1500测力计，4#、5#锚索使用GMS-2500测力计，配套选用GPC-1钢弦频率仪。具体技术指标见表3和表4。

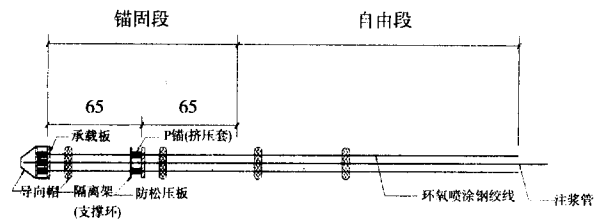
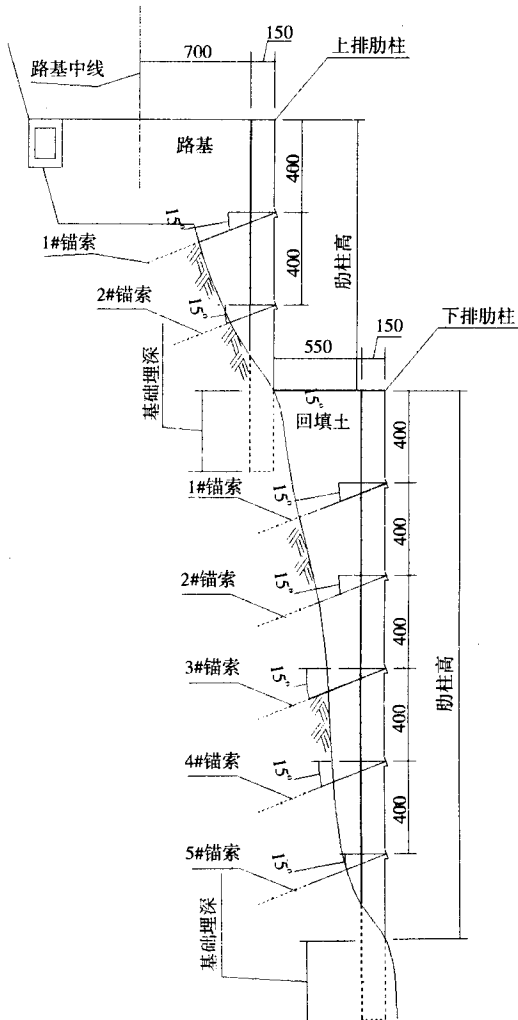
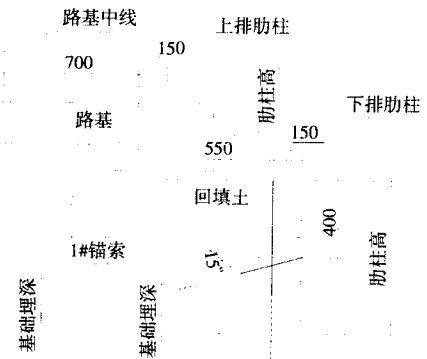
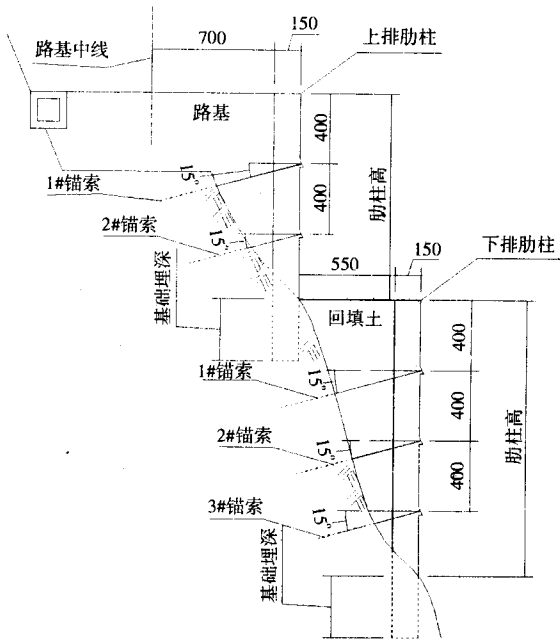
GMS型锚索测力计技术指标表 表3

参数	型号	GMS型锚索测力计
规格 (KN)		200~4000
穿心孔直径 (mm)		φ45~φ200
灵敏度		0.15%F.S±
不重复度		<0.5%F.S
综合误差		<2.5%F.S
长期稳定性		<1.0%F.S
密封性能		1Mpa水压下泄漏
超范围限		<5%F.S
工作温度(°C)		-35~45
外形尺寸 (mm)		φ150~φ370×65~100
重量 (kg)		4.5~45

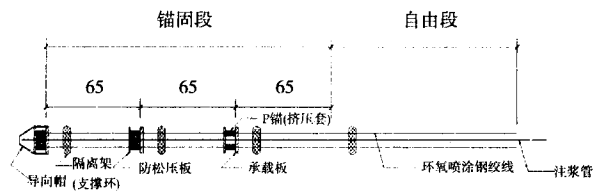
GPC-1钢弦频率仪技术指标 表4

参数	型号	GPC-1钢弦频率仪
工作方式		连续振荡
输出显示量		频率 (Hz)
显示方式		LCD四位数字显示
测量范围		频率800~2300 Hz
检测方式		单点检测
测量精度		测频1 Hz
信号传输距离		200m
测量显示周期		1S
供电方式		DC 6v四节五号电池组
工作电压范围		5~6v
环境使用温度		0~45°C
防爆等级		本质安全型
外形尺寸		150×90×20mm

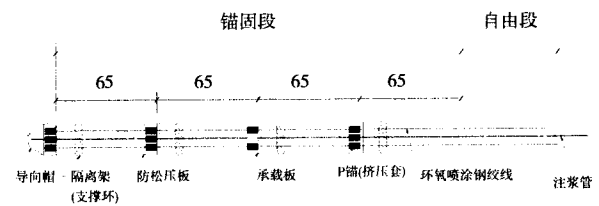




1#、2#锚索结构示意图



3#锚索结构示意图



4#、5#锚索结构示意图

图1

4. 压力分散型锚索施工技术与质量控制

压力分散型锚索的施工需要根据地质条件、周围环境、施工机械、材料以及承载力等具体条件而确定,具有隐蔽性和专业性强的特点。其施工工艺主要包括施工准备、锚索钻孔、锚索制安、锚索孔注浆、锚索蒂梁框架(锚墩)浇筑、锚索张拉锁定(锚索监测)和封锚等工作流程。其中锚索钻孔、锚索孔注浆和锚索张拉锁定是质量控制的要点。锚索钻孔的关键技术是如何防止孔壁崩塌、卡钻、包钻及孔斜偏差;锚索孔注浆的关键技术是如何将孔底的空气、岩土沉渣和地下水排出孔外,并保证注浆的饱满密实度;锚索张拉锁定的关键技术是如何减少应力损失、如何使每根钢绞线受力均匀、如何防止滑丝,并保证最终锁定的应力满足设计要求。施工工艺流程见图2。

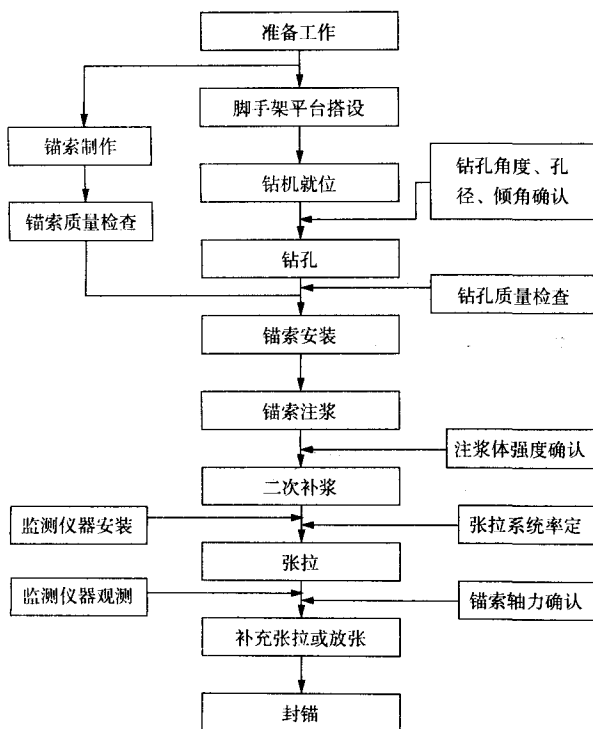


图2 锚索工程施工工艺流程图

4.1 锚索钻孔

本工程在浇筑肋柱时已预先在肋柱上预埋定位预埋管和锚垫板,钻机就位后,只需使用地质罗盘和测角器控制钻机导轨倾角不超过 $\pm 1^\circ$,方位角不超过 $\pm 2^\circ$ 。在钻进时采用

无水干钻,严禁开水钻进,以确保锚索钻孔施工不致于恶化便破岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能,并根据岩石的软硬及时调整钻进及旋转速度,保证钻孔偏斜在设计范围之内。

锚索钻孔技术主要有:(1)岩石锚固的直钎钻进;(2)土层锚固的螺旋钻进;(3)崩塌堆积体的套管跟进和固壁注浆技术。套管跟进目前主要有以下几种:(1)偏心套管直接跟进;(2)固壁注浆跟管钻进;(3)孔内合金钻头切割管靴钻进;(4)孔内爆破钻进;(5)双管接力钻进;(6)同心钻进。本工程的钻孔技术主要以同心钻进为主,固壁注浆技术为辅。此次采用的同心钻进技术不同于以往其它工程的同心钻进,方法是采用 $\phi 168$ ($\phi 148$)套管和钻杆直钎直接同时旋转钻进,直钎在前头工作钻进,套管主要起到护壁的作用,穿过松散堆积层后,不用再换冲击器就可继续进行钻孔施工,成孔后及时下锚索,然后将套管拔出即可。该方法成孔速度快,套管合金钻头易加工,钻具损耗少,钻机效率大为提高,大大加快施工进度。

钻进过程中应对每个孔的地层变化,钻进状态(钻压、钻速)、地下水及特殊情况作详细的现场记录。钻孔完成后必须使用高压风将孔中的岩粉及水清除出孔外,确保水泥浆体与孔壁岩体的粘结强度。

4.2 锚索制作与安装

锚索在钻孔的同时于现场进行编制,锚索编束场地应搭设简易防晒防雨棚,受地形限制,需要在边坡平台上进行锚索制作的,也应搭架制作,并做好防晒防雨措施。

钢绞线使用前,要有检验合格证和材质试验报告,下料要求用砂轮切割好以后,按图纸要求设置好承载板、对中架、支撑环,支撑环每1米放1个,对不同位置处的承载板上相应的钢绞线外露端做好标记,注浆管穿束安装应准确定位,深入导向帽5~10厘米,并留有溢浆孔,保证孔底返浆。

锚索制作完毕后,按桩孔编号挂牌,并按规格摆放顺直,不打叉,排列均匀,待检验合

格后,方可运输至相应孔位进行安装。

4.3 锚索孔注浆

锚索孔注浆使用3SNS注浆泵进行注浆,注浆压力控制为0.3~0.7MPa,采用标号不少于M40的水泥净浆,配合比为水泥:水:膨胀剂:减水剂=1:0.38:0.1:0.06。注浆浆液应严格按设计配合比进行搅拌均匀,随拌随用。注浆前先用清水湿润压浆管壁,注浆时采用孔底返浆工艺。注浆时应认真作好现场施工注浆记录,每批次注浆都应进行浆体强度试验,在浆体未达到设计强度70%时,不得在锚索端头悬挂重物或使之受力。

施工时应注意锚索钻完孔后,应及时下锚索和注浆,施工全工程,应严格执行有关施工规定和设计要求,确保锚固工程质量。

4.4 锚索张拉锁定和监测

4.4.1 锚索张拉锁定

张拉作业前,要先对张拉千斤顶、高压油泵、压力表进行一一对应标定,并绘制压力表读数--张拉力关系曲线,以便指导现场张拉作业。

待锚索注浆体强度达到设计要求后,进行预应力张拉。张拉采用“双控法”,即采用张拉系统出力与锚索体伸长值来综合控制锚索应力,以控制油表读数为准,用伸长量校核。当实际伸长量与理论值差别大于 $\pm 6\%$ 时,应暂停张拉,待查明原因并采取措施后方可继续进行。

张拉前,事先将锚垫板表面清理干净,将锚具安装好,锚具安装应与锚垫板和千斤顶密切对中,并和锚索轴线方向垂直,千斤顶轴线与锚索轴线在一条直线上。

压力分散型锚索由于不同承载板上的受力钢绞线长度不一样长,预应力施作时一般分两种方式进行,一种是群锚补偿张拉,另一种是单锚张拉。群锚补偿张拉实际就是为使整束锚索每根钢绞线受力均匀,在结合伸长量补偿的情况下进行整束锚索的整体张拉;单锚张拉则是采用小千斤顶对称张拉方式或大千斤顶单张

拉方式进行应力的施加,也就是将压力分散型锚索从内向外的顺序分别将不同的单个的承载板上的钢绞线张拉到位。本工程采用分次分级单锚张拉方式,在正式张拉前取 $0.1N_{ij}$ (N_{ij} 为该批次张拉锁定的设计张拉力值)的张拉力进行预张拉,张拉稳压时间除最后一级稳压15分钟外,其余每级持荷稳定时间不少于5分钟,具体张拉程序为:

$0 \rightarrow 0.1N_{ij} \rightarrow 0.3N_{ij} \rightarrow 0.6N_{ij} \rightarrow 0.9N_{ij} \rightarrow 1.1N_{ij}$ 锁定

在张拉完成后,应根据监测锚索和回填土的实际情况,对锚索进行补偿张拉或放张,以控制锚索的预应力值在设计范围之内。

4.4.2 锚索监测

锚索在正式张拉前,应首先对同于高程位置的监测锚索进行安装监测,以用于指导正式张拉。预应力锚索在观测设备安装好后即可以进行锚索轴力的测试工作,第一天要求每6小时测读一次,第二天测读3次,第三天测读2次,以后每天测读1次,到桩板内填土到位同时预应力施作完成后,每15天测读一次,直到工程结束。工程正式运营初期每3个月测读1次,以后每年测读1次。观测数据采集后应按时整理归档,为正确评价工程安全程度提供依据。

4.5 封锚

在张拉完成7天后,如没有发现异常情况,并结合监测锚索,不需要补偿张拉和放张后,可进行封锚处理。多余外露的钢绞线用手提切割机切除,严禁电弧烧割,并留15~20公分的外露钢绞线,以便以后调整锚索轴力,然后装上钢保护罩,灌注防腐油脂进行封锚。

4.6 结束语

压力分散型锚索桩板墙应用于高边坡加固中,与其他支挡结构相比具有许多优点,显示出了对地形、地质条件适应性强、施工工艺简便的特点,并且可以大大减少土石方开挖量和利用开挖的土石方进行回填,减少了建筑废弃物,减少了环境污染,设计理论和工程实践日趋成熟,特别适用于工程环境要求较高的高速公路、市政建设等领域。