

囊式扩大头锚索施工工艺 与质量控制

周 扬¹, 王 强², 沈小林¹

(1. 江苏省水利建设工程有限公司, 江苏 扬州 225002; 2. 常州市水利建设投资开发有限公司, 江苏 常州 213100)

摘要:新沟河延伸拓浚工程常州市天宁区境内河道工程河道 V 标工程采用钢板桩和囊式扩大头锚索组合结构护岸型式,囊式扩大头锚索通过注浆形成囊内水泥体和囊外旋喷体,提供了锚索的拉力,根据施工前工艺试验流程和质量控制,2100 根锚索施工后经检测均达到设计要求,为同类工程的施工积累了经验。

关键词:囊式扩大头锚索;施工工艺;质量控制

中图分类号:TU7

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)S2-0019-07

Construction technology and quality control of anchor cable with capsule extension head

ZHOU Yang¹, WANG Qiang², SHEN Xiaolin¹

(1. Jiangsu Hydraulic Engineering Construction Co., Ltd., Yangzhou 225002, China;

2. Changzhou Water Conservancy Construction Investment and Development Co., Ltd., Changzhou 213100, China)

Abstract:The river course V standard project of Xingou River extension dredging project in Tianning District, Changzhou City, adopted a combination structure bank protection type of steel sheet pile and anchor cable with capsule extension head. Anchor cable with capsule extension head were formed by grouting cement and extra - capsular jet grouting body, which could provide the tensile strength of the anchor cable. According to the construction process before test process and quality control, 2100 anchor cables after construction tested all met the design requirements, which could accumulate experience for the construction of similar projects.

Key words:anchor cable with capsule extension head; construction technology; quality control

囊式扩体锚索包含了可扩展柔性囊体结构,如图 1 所示。该结构包含前后 2 个套筒组件,在 2 个套筒组件中间固定有若干根穿设锚筋的隔离支撑钢管和 1 根内注浆管,其中在锚孔近端的上套筒组件上还设置了控压排气阀。在上下 2 个套筒组件外围分别绑扎固定有可折叠膨胀囊袋。作为锚筋的钢筋或者钢绞线通过钢管穿设于可扩展柔性囊体结构内,并且通过锚具固定于前密封件中的承载盘上。这种锚索最重要的可折叠膨胀囊袋可以采

用 HDPE 材料、PVC 材料或者 PPTA 材料制作而成的土工布袋。

囊式扩体锚索在施工前,可折叠膨胀囊袋可以收缩于上述整个囊体结构的周围,这时整个结构的直径可以小到 130 mm 左右。在施工阶段,将穿有钢绞线的囊式扩体锚索体系放入于预先采用机械钻头或高压喷射技术形成的底部扩大的锚孔内,之后通过注浆管向囊体结构内灌注水泥浆液就能够使可折叠膨胀囊袋膨胀展开,随着囊体内部的水泥

收稿日期:2020-07-06

作者简介:周扬(1977—),男,高级工程师,主要从事水利工程建设施工管理工作。

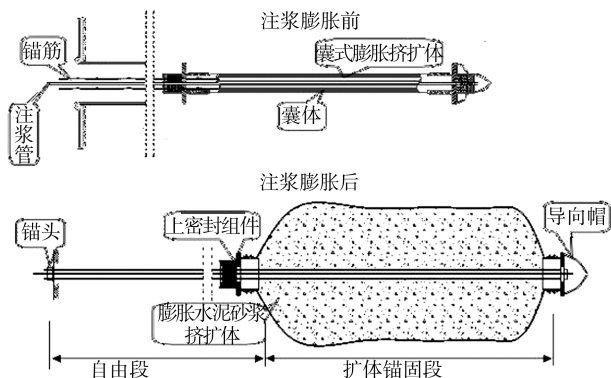


图1 囊式扩体锚索的结构构造

浆液凝结硬化,便在目标土层中形成了圆柱形的囊式扩体锚固段。在工程应用中,囊式扩体锚固段的尺寸通常为0.4~0.8 m的直径和2.0~6.0 m的长度,其具体尺寸是根据工程项目要求的锚杆承载力和地基土层性质确定的。

1 工程概况

新沟河延伸拓浚工程常州市天宁区境内河道工程河道V标工程位于新沟河运北片舜河河段,全长约4 950 m,河道护岸均为钢板桩护岸,墙后均采用了拉锚结构。根据不同的土质、钢板桩长度为12~15 m,拉锚结构设计囊式扩大头锚索型式。

2 设计参数

囊式扩大头锚索基本设计参数详见表1。

锚索与水平面夹角为30°。扩大头锚索每根锚索采用4束1×7-15.2-1860-GB/T5244-2014无粘结型钢绞线。共施工囊式扩大头锚索2 100根。

2.1 钢绞线

每根锚索采用4束1×7-15.2-1860-GB/T5244-2014无粘结型钢绞线。每束钢绞线公称直径为15.2 mm,直径允许偏差-0.15~+0.4 mm,钢绞线公称截面积140 mm²,单位理论质量1 101 kg/m,公称抗拉强度1 860 MPa。

2.2 锚索结构

①囊体材料:扩体锚固段由内置囊体的材料为聚乙烯类膜材,其耐压强度不小于2 MPa,膨胀后直径不小于300 mm。材料应不低于织物内增强聚氯乙烯GB129520-2011中的规定。

②锚具、夹具和连接器的性能均应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370-2007的标准。

2.3 水泥

水泥:采用强度不低于42.5,经检验合格的普通硅酸盐水泥。水泥浆体强度检测参照《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70-2009。锚固段注浆体的抗压强度不应小于30 MPa。

3 施工工艺

3.1 工艺流程

囊式扩大头锚索施工工艺流程,见图3。

3.2 囊式扩大头锚索施工程序与工艺

(1) 场地准备

静植钢板桩工序完成后,平整场地,充分利用上道工序的施工平台,部分区域宽度不足时采用木桩围护填筑。

锚索成孔时,置换孔内泥浆产生部分泥浆,为有效收集、归纳、统一处理,进行场地准备时需在钢板桩桩顶两侧开挖排水沟,每50m处设置一处归集点,抽离进行干化处理,避免对河道造成污染。

(2) 测量定位

定位前需先对段落信息进行复核,确定段落长度及锚索间距,部分转弯段、临桥段钢筋混凝土帽梁长度不一,需提前对锚索间距进行调整,并报设计院进行确认。

根据段落确定锚索桩号,采用GPS进行第一次放样,确定点位并用竹签、铁签做出显著标记。

第一次放样完成后,再对前一道工序与放样点进行复核,确定工序衔接间不出现错误。

(3) 设备准备

成孔施工设备由钻机(钻机选用CH-90型)和钻杆组成,钻机采用履带式自行走,由吊车将其吊装至施工平台上,自行驶至已完成测量定位的待施工锚索处。

“后台”由高压泵、低压泵、搅拌系统组成,再距离成孔设备待施工段落200 m的1/2处,布置“后台”,待施工开始后,由后台高压泵通过高压管将水、水泥浆输送至成孔设备上,为扩孔提供准备,成孔完成后由低压泵通过管道将填充水泥浆输送至囊内、孔内。

(4) 引孔放样

钻机(CH-90型)移动至对应初步放样的位置后,精确测设锚索之间间距的点位(2.4 m±10 cm),精确调整钻机机位,保持平稳。调整钻杆与水平面呈30°(±2°)。再同步调整钻机4个支撑腿,使得钻杆中心在设计的高点上。

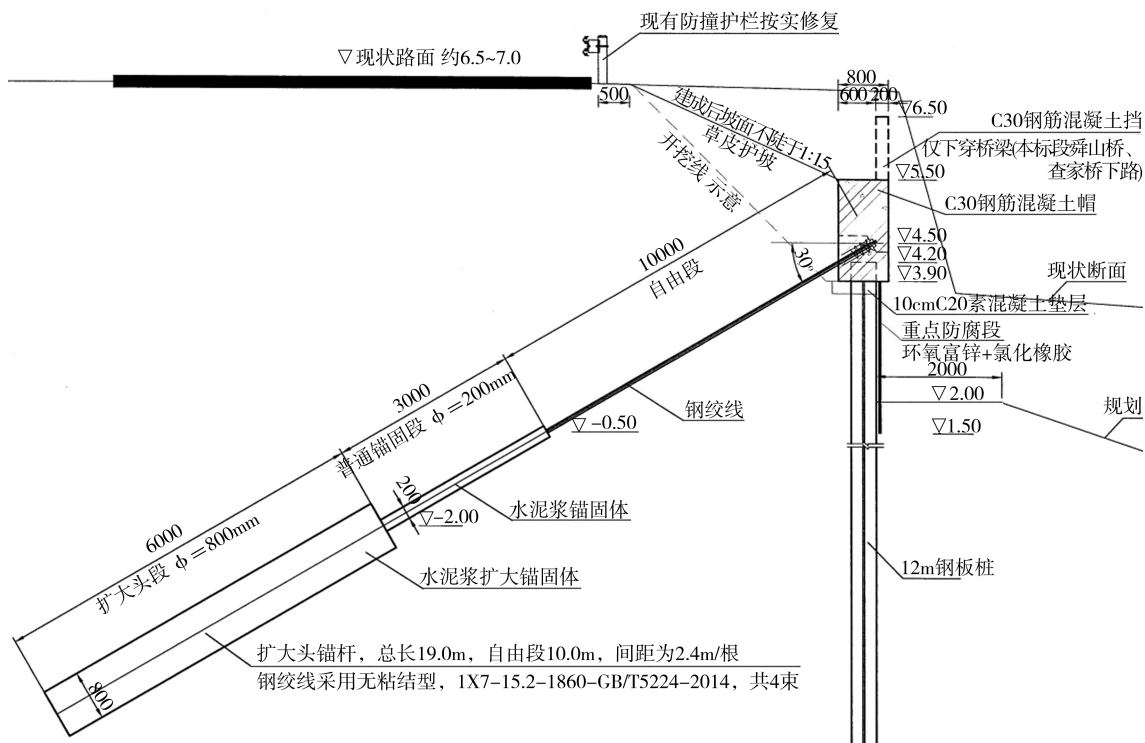


图 2 6 + 656 至 9 + 620 断面图

表 1 扩大头锚索基本参数

序号	设计参数	扩大头锚索一 (桩号 6 + 656 至 9 + 620, 间距 2.4 m)		扩大头锚索三 (桩号 9 + 620 至 11 + 806, 间距 2.2 m)
		盖梁底高程 3.9 m	锚索底高程 -6 m	盖梁底高程 3.9 m
				锚索底高程 -8 m
1	锚索总长度/m	19	19	25
2	扩体段长度/m	6	6	6
3	扩体段直径/mm	800	800	800
4	普通锚固段长度/m	3	3	3
5	普通锚固段直径/mm	200	200	200
6	自由段长度/m	10	10	16
7	夹角/°	30	30	30
8	锚索抗拔力特征值 Tak/kN	260	220	260
9	锚索张拉锁定值/kN	180	155	180
10	验收试验最大试验荷载 1.5 倍 Tak/kN	390	330	390
11	基本试验(事前破坏试验) 锚索抗拔力极限值 Tuk/kN	550		550

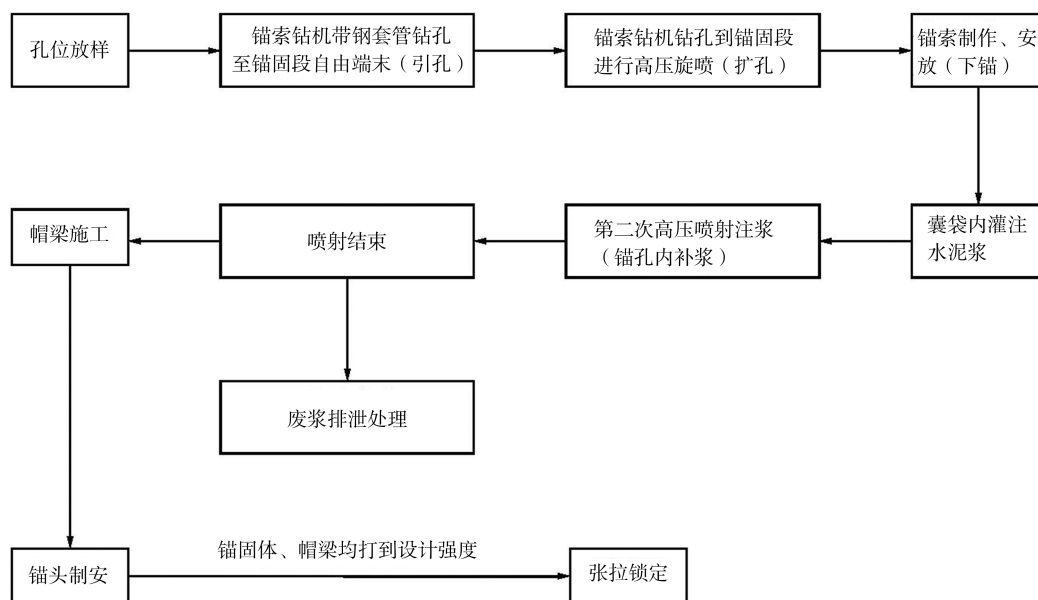


图3 囊式扩大头锚索施工工艺流程图

(5) 钻机引孔

①根据本工程的地质条件,钻机选用CH-90型,移动钻机至初步定位处,延钢板桩水平方向采用钢尺法再次复核段落内锚索之间间距($2.4\text{ m} \pm 10\text{ cm}$)。

②钻机就位后通过调整钻机臂,将钻杆与水平面夹角呈 $30^\circ \pm 2^\circ$,再同步调整钻机4个液压支撑腿,使得钻杆中心在设计标高上。

③安装首节钻杆,钻头采用带高压喷嘴的三叶合金钻头(喷嘴与钻杆前进方向成直角连接),钻头直径180 mm,后台开启高压泵,输出纯水泵压2 MPa,钻杆钻速10 r/min,钻杆推进速度20 cm/min,钻杆每节长3 m,逐节打入。

④采用用水泥混合浆液引孔,引孔至扩体段后开启高压喷射扩径。当钻头喷射稳定且钻杆转动平稳后,下旋钻进,成孔至设计深度,当钻进至设计深度后停止向下钻进,但保持钻杆和高压喷射。扩大头长度600 cm,允许偏差 $\pm 100\text{ mm}$ 。

⑤钻进过程应时刻观察孔口翻浆情况,如翻浆效率低或钻杆推进困难、抖动等特殊情况下,应适当拉升钻杆,减缓推进速度,避免发生塌孔、埋钻。

(4) 高压旋喷扩孔

①引孔至设计深度扩孔深度后,后台调整高压泵输出压力至大于25 MPa,进行首次扩孔,钻杆钻速15 r/min,钻杆推进速度15 cm/min,钻杆每节长3 m,逐节打入。后台搅拌系统开启,预拌水泥浆,水灰比1.0。



图4 囊式扩大头锚索施工现场实拍

②待旋喷至设计深度后,钻杆保持旋转,后台高压泵更换输出预拌水泥浆,高压泵输出压力至大于28 MPa,进行二次水泥浆扩孔,钻杆钻速15 r/min,钻杆提升速度15 cm/min,钻杆每节长3 m,逐节拆卸。

③旋喷至扩孔开始深度后停止旋喷,后台搅拌系统预拌水泥净浆,水灰比0.5。

④二次水泥浆扩孔时应注意观察孔口翻浆状况,二次扩孔结束时翻浆应出现明显变化,泥浆颜色呈黄色,水泥浆扩孔后翻浆呈黑色。如未见翻浆发生明显变化应再次增加重新扩孔。

⑤在高压喷射扩孔过程中,不得中断喷射;一旦出现喷射中断,再次喷射时,搭接长度不小于100 mm,且间隔时间不大于30 min。

(5) 锚索制作、安放

根据每个台班、每台正常施工速度每天6根,

每天专人制备好第二天锚索杆体备用,高压旋喷施工结束后,迅速下放锚索杆体。

①锚索杆材采用无粘结钢绞线,在下料时,绞线长度应大于设计长度 1m,用于施工过程中的损耗、张拉预留等。

②将下料好的锚索穿过囊式扩大头装置预留过孔后,在远端采用挤压锚进行固定,挤压固定完成后安装导向帽,导向帽与囊式扩大头装置远端法兰盘进行焊接,导向帽内管入无收缩灌浆料。其他位置根据要求每 1.5 安放之架,用扎丝进行固定,支架可有效的将锚索四根绞线有效的隔离开。

③锚索制作场地选址在厂房内,提前将此段落待施工锚索完成下料、组装、编制等工作并报验,验收合格满足设计要求后由转运车运输至施工场地。



图5 制作好的囊式扩大头锚索

④引孔、扩孔施工时将组装完毕的锚索运至钻机旁,待引孔、扩孔工序完成拆除孔内钻杆,将组装完成的锚索放入孔内。

⑤锚索安放时钻杆拆除钻头,安装注浆连接管,连接管与囊式扩大头装置尾端注浆管连接,尾端注浆管采用反丝结构,易于远程拆解。

⑥安装完毕后逐节增加钻杆将锚索缓缓推入孔内。

⑦锚索安放长度受钻杆钢制结构的影响,可有效避免锚索(柔性杆材)在安放过程中出现打结、成团、垂掉等影响锚索安放阻碍问题。安放完成后可利用测量钻杆长度复核锚索是否安放至设计深度。

⑧安放锚索杆体时,应防止筋体扭曲,注浆管随锚索一同放入孔内,管端距孔底为 50 ~ 100 mm,筋体放入角度与钻孔倾角保持一致,安好后使筋体始终处于钻孔中心,锚索孔口外露 900 mm 以便张拉。

(6) 袋内灌注水泥浆

①锚索安放完成后,后台更换低压泵,将搅拌系统内预拌的水泥浆静浆通过高压管→钻杆→注



图6 锚索孔口外露位置

浆连接管→囊式扩大头装置尾端注浆管→囊内。完成囊内注浆施工。囊内注浆水灰比 0.5。

②囊内注浆控制,通过计算可得囊内体积为 0.35 m^3 ,注浆时仅需计算注入体积即可控制。

③囊袋材质采用高性能复核材料制作,可承受不大于 10 MPa 压力,常规注浆时因高压管距离的影响需 1 MPa 的走管压力,根据实测经验值,囊袋在灌注满时压力会骤升至 3 MPa,此时即可停止注浆。

(7) 第二次高压喷射注浆(锚孔内补浆)

囊内注浆完成后,关闭后台注浆泵转动(正转)钻杆,即可完成注浆管与囊式扩大头装置注浆管的连接,提升 20cm 钻杆(确认已注浆管与装置注浆管已脱离),再次开启后台低压泵,进行囊外注浆、孔内补浆。

(8) 喷射结束

待孔口翻浆颜色已完全呈黑色时,停止注浆。并在孔口取翻浆留样。取出钻杆,此根锚索终孔。钻机移位至下一根待施工锚索处,重复上述流程。

(9) 帽梁施工

锚索施工完毕,帽梁采用立模分节施工,10 m 一节,施工时外露绞线采用尼龙袋进行包裹,防止帽梁施工前开挖沟槽对锚索造成破坏。

(10) 锚头制安

待整段落锚索完成后,帽梁施工钢筋绑扎时安装锚垫板。在帽梁竖向筋绑扎前将已预留的锚索穿过帽梁。锚索过帽梁需安装波纹管→螺旋筋→承载板。锚具安装完成帽梁浇筑前应采用水平尺对锚索角度进行复核,如出现与设计角度不符时应及时进行调整。帽梁混凝土浇筑完成后养护 14 d。

(11) 张拉、锁定

①待锚固体和冒梁达到设计强度后,采用高压油泵和穿心千斤顶进行张拉锁定。采用等荷载张

拉,锚索抗拔力特征值 T_{ak} 为 260 kN,正式张拉前,取 10% T_{ak} 预张拉 1~2 次,每次均应松开锚具工具夹片调平钢绞线后重新安装夹片,使锚索完全平直,各部位接触紧密。

②以 50%、75%、100% 的 T_{ak} 分级张拉,各观测 5 min,然后超张拉至 110% T_{ak} ,观测 10 min,锚头无位移现象后卸载至锁定荷载 275 kN 进行锁定。加载速度不得大于 100 kN/min。

表 2 锚杆张拉荷载分级和位移观测时间(JGJ/T282-2012)

荷载分级/ T_{ak}	位移观测时间/min		加荷速率/ (kN · min ⁻¹)
	岩层、砂土层	粘性土层	
0.10~0.20	2	2	不大于 100
0.50	5	5	
0.75	5	5	
1.00	5	10	不大于 50
1.10~1.20	10	15	

注: T_{ak} —锚杆抗拔力特征值。

③锚索张拉、锁定完成后,切除多余部分钢绞线,并及时对锚头进行封锚。

4 扩大头锚索施工质量控制

施工严格遵守规范、标准、规程以及设计的要求,严格控制好原材的质量及各工序的施工质量。

4.1 原材料及中间产品质量控制

(1)选择优质的钢绞线、锚垫板、水泥等原材料,囊袋选用专利厂家产品。原材料进场后,按规定进行抽样试验,试验合格后用于本工程。安排专职人员检查锚索长度、挤压套安装质量等。

(2)施工过程中,质检人员全程跟踪检测水泥浆水灰比以及注浆量。水泥浆取样严格按照 30 根锚索取样不少于 1 次的频次,并及时送检。

(3)制作好的锚杆体,要专人检验,除检验杆体长度,特别要严格检查锚头顶端挤压套与钢绞线,咬合情况,咬合不合格,会导致张拉时瞬间拉力下降。

4.2 施工过程质量控制

(1)施工人员选用具有经验的人员。施工前各机械必须进行试运转,待各机械性能稳定、管路连接牢固密封,各运行参数符合设计要求后,方可施工。逐根检查每个制备好的锚杆体。

(2)每一孔号正式钻孔、喷射注浆前,技术员必

须按照设计要求把该孔号的钻孔位置、标高、深度、喷射注浆长度、搭接长度、超喷长度等参数以书面形式通知操作人员,并现场验证孔位后方可正式钻孔、喷射注浆。

(3)钻机塔架必须安放稳定、导孔垂直度满足设计要求,导孔过程中遇到的异常现象必须准确记录,经技术人员同意可终止钻孔。施工中通过经纬仪,控制钻机塔架的垂直度,来控制钻孔垂直度。

(4)每一孔号钻孔、喷射注浆结束前,必须经技术人员验证深度后方可终止。由于钻杆长度是一定的,因而通过钻杆数量即可控制孔深。

(5)每根锚索施工严格按照钻速 15~30 r/min、喷浆压力 25~30 MPa、喷浆提升速度不大于 20 cm/min,囊内注入水灰比 0.5 的水泥浆、囊外喷射水灰比 1.0 的水泥浆控制,施工班组及时做好详细的相关参数。

(6)高压泥浆泵的压力必须满足设计要求,当压力出现骤然下降、上升或冒浆异常现象时,必须停机检查原因,待排除故障后方可恢复工作。

(7)在施工过程中随时接受甲方、监理人员的监督、检查。

4.3 张拉过程质量控制

张拉过程中,张拉荷载分级、等待时间和加荷速度严格按照技术规程进行(表 3),记录人员认真做好荷载、位移观测时间、位移量的记录,并及时做好数据分析。

表 3 锚杆张拉荷载分级和位移观测时间(JGJ/T282-2012)

荷载分级/ T_{ak}	位移观测时间/min		加荷速率/ (kN · min ⁻¹)
	岩层、砂土层	黏性土层	
0.10~0.20	2	2	≤100
0.50	5	5	
0.75	5	5	
1.00	5	10	≤50
1.10~1.20	10	15	

注: T_{ak} —锚杆抗拔力特征值。

5 验收试验

5.1 试验要求

(1)锚杆达到设计要求后需做验收试验,验收试验的数量不小于工程锚杆总数的 5% 且不小于 3

根。本工程共施工 2 100 根锚索,共做验收试验 105 根,试验结果全部合格。

(2)验收试验最大试验荷载不应小于锚杆抗拔力特征值 T_{ak} 的 1.5 倍。验收试验应分级加载,初始荷载 T_{ak} 的 10%,分级加载值分别为 T_{ak} 的 50%、75%、1.0 倍、1.2 倍、1.35 倍、1.5 倍,每级荷载的稳定时间均为 5 min,最后一级荷载的稳定时间为 10 min。如在上述稳定时间内锚头位移量不超过 1.0 mm,可认为锚头位移收敛稳定,否则改机荷载应再维持 50 min,并在 20 min、30 min、40 min、50 min 时记录锚杆位移增量。

(3)加载至最大荷载稳定 10 min 且稳定后,应立即卸载,然后加载至锁定荷载锁定。根据试验结果绘制荷载—位移($P-S$)曲线,见图 7。

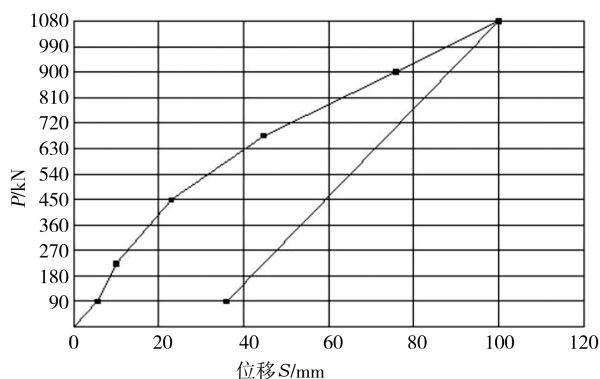


图 7 锚杆验收试验曲线示意图

5.2 试验结论

根据设计和规范要求委托有资质试验机构共抽检 105 根,进行张拉试验,从试验的锚索荷载——位移($Q-S$)曲线可以看出,受检锚索的锚头位移与荷载近似线关系,在各级荷载作用下,受检锚索的

锚头位移均能保持相对稳定,在最后一级荷载作用下锚头位移收敛稳定,所测的锚索的弹性位移量均小于锚头到扩大头之间杆体长度的理论弹性伸长值。根据《锚土锚杆(索)技术规程》CECS22:2005 中有关锚索验收试验的规定判定,受检锚索判定合格。

6 结 语

囊式扩体锚索作为一种新的施工工法,锚索施工时对囊袋进行水泥浆定量有压注浆,施工质量更可靠。施工方便,新沟河 V 标在施工过程中采用 4 台机组同时施工,每天可以施工 25 根左右。施工过程中加强制锚质量和喷浆量、喷浆时间的控制,施工质量能够满足设计要求。正式施工前我们进行了囊式扩大头锚索和高压旋喷锚索原位试验,结果证明:

(1)在相同的锚固段长度下,囊式扩大头锚索获得的抗拔承载力远远大于高压旋喷锚索锚索。

(2)在软土中也可获得较高的锚索抗拔承载力。目前囊式扩大头锚索在新沟河和新孟河道工程均得到运用,囊式扩体锚索能够适应河道工程不同的地质环境,为水利工程支护提供新的锚固技术和解决方案,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] JGJ282-2012 高压喷射扩大头锚杆技术规程[S].
- [2] CECS22:2005 锚土锚杆(索)技术规程[S].
- [3] GB/T14370-2007 预应力筋用锚具、夹具和连接器[S].

(上接第 18 页)

我国城市河道的综合整治需要在理论中不断总结提升,更需要在实践应用中不断优化完善,将理论研究与实践创新相结合。在保证防洪排涝等水利基本功能前提下,还应将重心放在水环境、水景观、水生态的优化方面,通过净化水质、绿化环境、恢复河流生态等措施,达到城市河道综合整治的目的。

参考文献:

- [1] 杜运领,芮建良,盛晟. 典型城区河道生态综合整治规划与工程设计[M]. 北京:科学出版社,2015.
- [2] 张龙. 生态水利在现代河道治理中的应用[D]. 合肥:合肥工业大学,2007.
- [3] 何冰,高辉巧,夏旭东. 城市河流及其生态治理规划研究[J]. 中国水土保持,2006(12):23-25.