

文章编号:1001-4179(2012)17-0099-04

向家坝电站重件运输道路承台锚索灌浆试验

王 忠 民, 程 龙 杰, 张 云

(长江勘测规划设计研究院 向家坝水电站监理部, 四川 宜宾 644600)

摘要:向家坝水电站右岸重件道路路基地质条件复杂,临江岸坡仅局部有基岩出露,坡面广泛分布松散堆积物,含有大量漂石或崩块石。设计采用预应力锚索对灌注桩顶部的钢筋混凝土承台进行锚固。为选择和优化在江水水位以下的深厚覆盖层中实施预应力锚索的成孔、护壁、灌浆和张拉施工工艺,在上、下游分别选取典型地质断面进行锚索生产性试验。根据施工试验取得的成果,后续施工全部采用“止浆包单独灌浆+内锚段(9 m)+改进型布袋式止浆包”作为锚索灌浆施工工艺,施工后的观测资料表明,锚索张拉力及锁定张拉力均满足设计要求。

关键词:深厚覆盖层; 预应力锚索; 施工工艺试验; 右岸重件道路; 向家坝水电站

中图法分类号: TV554.13 文献标志码: A

1 概 况

向家坝水电站位于金沙江下游,是金沙江梯级开发的最后一级电站。水轮发电机等重大设备运输采用水运进场方式。

右岸重件道路连接了码头和右岸进厂交通洞洞口,路基地质条件复杂。根据重件运输对道路的要求,设计采用钢筋混凝土面板、坡面锚杆和坡脚灌注桩支护,采用预应力锚索对灌注桩顶部的钢筋混凝土承台进行锚固。

锚索类型为无粘结端头锚,设计张拉吨位 1 000 kN,锁定吨位 800 kN,内锚固段长 6~9 m,单束锚索长 35~62 m,锚固段孔径不小于 130 mm,锚索倾角 23° ~ 32° 。设计工程量 248 束,总长 11 575 m。

护坡结构和锚索布置形式见图 1,锚索结构见图 2。

金沙江枯水期河水位高程为 266.50~268.00 m,锚锁体顶部高程 270 m 左右,护坡锚索桩基岩面高程为 240~260 m。

施工部位为侏罗系基岩,以侏罗系自流井组 J1-2Z 的紫红色泥岩、粉砂质泥岩为主,岩层倾向下游,倾角 10° ~ 15° ,强风化层厚约 2 m。临江岸坡仅局部有

基岩出露,坡面广泛分布松散堆积物,厚 8~30 m,组成物主要为河流冲积的卵砾石层,含有大量粒径在 1 m 以上的漂石或崩块石。

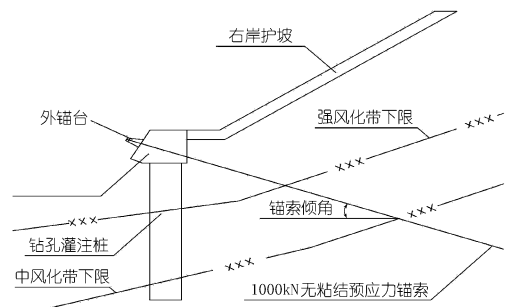


图 1 护坡结构与锚索布置形式示意

为选择和优化在江水水位以下的深厚覆盖层中实施预应力锚索的成孔、护壁、灌浆和张拉施工工艺,验证锚索设计结构的可行性、可靠性及相关参数,经向家坝工程参建四方研究,于 2008 年 2 月至 2009 年 1 月在上、下游分别选取典型地质断面共进行 52 束锚索生产性试验。其目的及要求为:① 优选在覆盖层厚、孤石含量多、粒径大的地层中钻进成孔施工工艺;② 通过锚索灌浆工艺试验,优选、验证锚索设计结构的可行性、可靠性及相关参数。

收稿日期:2012-06-10

作者简介:王忠民,男,工程师,主要从事水电工程建设监理工作。E-mail:348378991@qq.com

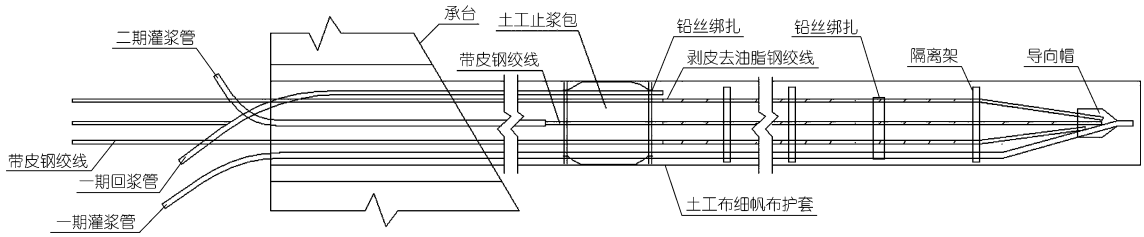


图 2 锚索结构示意图

表 2 M50 水泥浆强度检测成果汇总

龄期/d	组数/组	抗压强度/MPa		
		最大值	最小值	平均值
7	10	53.6	37.4	42.8
28	16	68.3	51.4	56.3

2 试验实施过程控制

2.1 钻孔施工

结合地层条件,覆盖层采用潜孔锤偏心跟管钻进技术成孔直至进入基岩 0.5 m,套管直径 146 mm,基岩内采用全断面潜孔锤钻头钻进。

在钻孔过程中,严格按设计孔位、角度和孔深进行控制,达到设计深度后进行清孔,使用压缩空气将钻孔及孔壁上附着的粉尘、岩屑冲洗干净,直至返水澄清为止,而后进行孔径、孔深、孔斜等的检查验收。

由于受覆盖层含沙和基岩表面全强风化带厚度较大影响,套管底口钻孔冲蚀扩张段积存的粗粒钻渣和套管外侧覆盖层内沉淀下来的细颗粒往往会随水流或自行淤积至孔底,难以冲洗干净。为避免沉淀对内锚段长度及灌浆质量产生不利影响,钻孔时均超设计孔深 1 m,用于沉渣。当锚索制作完成下索 6 h 前进行洗孔,开始时,用大风量连续冲洗,当孔内返出的岩屑和颗粒物明显减少后改为间歇冲洗;当孔内返出的岩屑和颗粒物未有增加时结束洗孔。

按此工艺施工的 52 孔中,除有 5 个锚索孔在孔深 20~33 m 遇不良地质体,出现钻孔不返风、孔口返渣夹杂河砂及黄泥等情况外,采取先固结灌浆,待满足要求后再进行下序施工,其他造孔施工正常。

2.2 锚索灌浆浆材配合比

灌浆水泥采用普通硅酸盐水泥,强度等级不低于 M35。

在施工过程中,根据向家坝岩石裂隙水存在硫酸盐型中等腐蚀的地质情况,经四方专题会研究,灌浆水泥改用高抗硫酸盐水泥。考虑在江水位以下实施预应力锚索灌浆难以保证孔内无水的实际情况,水泥浆强度等级按不低于 M50 配制,浆材试验配合比见表 1,采用 R26 高效减水剂,砂浆强度检测成果见表 2。

表 1 M50 水泥砂浆配合比

材料	水胶比	减水剂/ %	材料用量/(kg·m ⁻³)		
			水	水泥	减水剂
高抗硫酸盐 42.5 水泥	0.32	1.2	480	1395	16.70
普通硅酸盐 42.5 水泥	0.38	1.0	533	1403	14.03

2.3 锚索灌浆试验过程

(1) 内锚段与张拉段一次灌浆试验。根据锚索施工设计技术要求,内锚段与张拉段采用一次灌浆施工工艺。

内锚段长度 6 m,止浆包(布袋式)结构见图 3,张拉段由 1 层土工布、1 层细帆布包裹;锚索下设后先进行止浆包灌浆,灌注时灌浆压力控制在 0.1~0.2 MPa,随后一次性对内锚段与张拉段进行灌浆,灌浆压力为 0.2~0.4 MPa,当排浆与进浆比重相同时,进行屏浆,屏浆压力为 0.3 MPa,屏浆 30 min 结束。

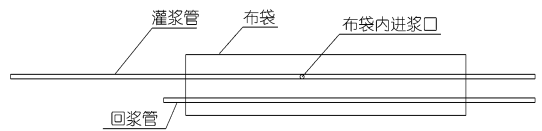


图 3 布袋式止浆包形式结构

在灌浆过程中,发现张拉段灌浆压力达不到设计结束标准,张拉段注浆不饱满,浆液损失大,分析其原因主要是灌浆过程中布套破损。为此,对张拉段土工布套耐压及内锚段与张拉段分次进行了灌浆试验。

(2) 张拉段布套耐压试验。截取长 1.0 m 土工布和细帆布,用高强尼龙线缝合制成直径 180 mm 布套,采用不同的包裹层数、缝合遍数进行承压试验,以获取水泥浆液注入布套内至布套损坏的极限压力,试验成果见表 3。

根据试验成果,对张拉段布套选定采用 1 层土工布、2 层细帆布,高强尼龙线缝纫 4 遍的包裹方式。

(3) 内锚段布袋式止浆包结构设计优化。采用设计止浆包结构完成锚索灌浆施工 33 束,达到设计要求的有 14 束,仅占试验锚索总数的 42.4%。不符合要求的 19 束中,有 10 束在张拉过程中被拔出,占试验锚索总数的 30.3%;另 9 束锁定张拉力未达到设计要求,

占试验锚索总数的 27.3%。

表 3 张拉段布套包裹耐压试验成果

序号	土工布包裹层数/层	细帆布包裹层数/层	缝制遍数/遍	水泥浆配合比	耐压条件	极限耐压力/MPa	破坏形式
1	1	1	2	0.34:1		0.05	布套挤破
2	1	1	2	0.34:1	外套 110mmPVC 管	0.27	布套纤维绑扎处挤破
3	1	2	2	0.34:1		0.13	布套挤破
4	1	2	2	0.34:1	外套 110mmPVC 管	0.58	布套挤破,PVC 管撑破
5	1	2	4	0.34:1	外套 110mmPVC 管	0.74	布套挤破,PVC 管撑破
6	1	2	4	0.34:1	外套 146mm 钢管	0.56	布套从底部挤破
7	2	2	2	0.34:1		0.10	线缝挤破
8	2	2	4	0.34:1		0.15	布套挤破

经业主组织专题会讨论分析认为,锚索设计图中止浆包与内锚段共用注浆管,在灌前冲洗并起拔套管后,覆盖层及风化基岩中细颗粒堵塞进浆管出浆口,造成压力胀破止浆包,灌浆浆液直接从破损处至回浆管形成局部循环,部分内锚段成为灌浆“盲段”,导致锚索张拉力达不到设计要求。

为解决内锚段灌浆不密实问题,对布袋式止浆结构设计进行改进。灌浆管路采用三进三出的结构形式,即对内锚段、止浆包和张拉段各设一进一出灌浆管路形成独立浆液循环系统,使布袋膨胀达到止浆效果,同时为增加内锚段锚固力,将内锚段长度由原设计 6 m 增加至 8 m(见图 4)。

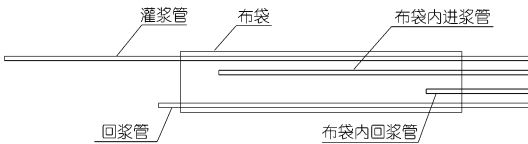


图 4 改进型布袋式止浆形式结构示意图

锚索灌浆施工前先进行止浆包灌浆,灌注压力为 0.1~0.2 MPa,当回浆管回浆浓度与注入浓度相同时,屏浆 30 min 后结束。随后采用压力水冲洗或风水轮换对内锚段冲洗澄清后,起拔覆盖层内套管,开始内锚段灌浆,灌浆压力为 0.2~0.3 MPa,开始灌浆时敞回浆管,以排出气体、水和稀浆;当检测回浆管回浆浓度与注入浓度相同时或压力达到设计压力且吸浆量小于 0.4 L/min 时进行屏浆,屏浆 30 min 结束。张拉段灌浆待锚索张拉完成后进行。

采用该施工工艺完成锚索灌浆 9 束,其中 7 束达到设计要求,占 77.8%,有 2 束未达到设计张拉力,但均达到锁定张拉力要求。

(4) 止浆包单独灌浆 + 内锚段(9 m) + 改进型布

袋式止浆包试验。采用内锚段(8 m) + 改进型布袋式止浆包施工工艺试验后,锚索施工质量较原设计方案有明显提高,但起拔套管后覆盖层及风化基岩中细颗粒全部淤积在内锚段,降低了水泥浆结石与锚索之间的握裹力,导致张拉力达不到设计要求。

为此,在内锚段以下增加 1 m 深度专用于沉淀淤积,同时将内锚段增加至 9 m 采用灌注止浆包后待凝 8 h 起拔覆盖层钢套管,随后灌注内锚段施工工艺,按此完成试验锚索 10 束,最大张拉力及锁定值均满足设计要求。

3 试验成果分析

预应力锚索试验共完成 52 束。其中:

(1) 采用设计止浆包形式施工 33 束,有 10 束在张拉过程中被拔出,占试验锚索总数的 30.3%;有 9 束锁定张拉力未达到设计要求,占试验锚索总数的 27.3%;达到锁定张拉力的有 16 束,占试验锚索总数的 48.4%。

(2) 采用“内锚段(8 m) + 改进型布袋式止浆包”施工锚索 9 束,有 2 束未达到设计张拉力,占工艺改进试验锚索总数的 22.2%,但均达到锁定张拉力要求。

(3) 采用“止浆包单独灌浆 + 内锚段(9 m) + 改进型布袋式止浆包”锚索施工 10 束,最大张拉力及锁定值均满足设计要求。

4 结语

(1) 针对施工区域覆盖层厚,漂、孤石含量多且大的特点,施工试验证明,采用跟管钻进工艺并增加 1 m 内锚段深度用于沉淀淤积,能有效减少沉淀淤积物混入注浆体,保证锚固力和注浆深度。

(2) 止浆包结构采用 1 层土工布、2 层细帆布,高强尼龙线缝制 4 遍的方式,其极限耐压强度可满足施工要求。

(3) 采用改进型止浆包结构,将内锚段增加至 9 m,采用灌注止浆包后待凝 8 h 起拔覆盖层钢套管,随后灌注内锚段施工工艺可显著提高内锚段灌浆质量,锚索张拉及锁定值满足设计要求。

(4) 鉴于 52 束锚索施工试验取得成功,经业主组织专题会议讨论决定,后续施工均采用“止浆包单独灌浆 + 内锚段(9 m) + 改进型布袋式止浆包”锚索灌浆施工工艺,完成锚索施工 196 束,锚索张拉力及锁定张拉力均满足设计要求。

Anchor cable grouting experiment of concrete bearing platform of overweight machinery roads of Xiangjiaba Hydropower Station

WANG Zhongmin, CHENG Longjie, ZHANG Yun

(Supervision Department of Xiangjiaba Hydropower Station, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Yibin 644600, China)

Abstract: The geological conditions of roadbed for overweight machinery on the right bank of Xiangjiaba Hydropower Station is complicated, and basic rock is outcropped only in local area at riverside slope, the loose debris containing a large number of boulders or collapse rubble is widely distributed on the slope. The pre-stressed anchor cable was designed for anchoring the reinforced concrete platform on the top of grouted piles. In order to select and optimize the construction technologies of pore-forming, wall protection, grouting and tensioning for thick overburden layer under river surface level, the anchor cable productive test was conducted at the typical geological cross-section in the upstream and downstream. According to the results of construction test, the construction technology of anchor cable grouting of "separate grouting with slurry blocking package + anchor segment (9m) + improved bag-type slurry blocking package" are adopted in all of the subsequent construction. The observational data after construction show that both the tensioning force and locking tensioning force of anchor cable can meet the design requirements.

Key words: thick overburden layer; pre-stressed anchor cable; test of construction technology; roads for overweight machinery; Xiangjiaba Hydropower Station

(上接第 86 页)

Summary on innovation of Three Gorges Reservoir resettlement plan

JIANG Jiandong, LU Tao

(Planning and Design Department of Reservoir Region, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

Abstract: TGP is characterized as wide inundation area and many projects, large population of relocates, long time span, insufficient environmental capacity of reservoir area, contradiction between economic and social reconstruction and resettlement etc., the innovation of reservoir resettlement technological standard and theory is urgent. In TGP resettlement plan work, the complete technological system of reservoir inundation treatment and resettlement plan was established on the basis of plenty of further investigation and research; the evaluation theory of resettlement environmental capacity was developed based on the concept of environmental capacity; the principle of "investment responsibility and quota plan" was put forward and the compensation and development relation was properly treated; the new accounting method of compensation investment for inundated industrial and mining enterprises was put forward by using assets appraisal theory as reference; the technological standard of check and acceptance for reservoir area clearing and resettlement works was made. The TGP resettlement practice is guided by the innovative achievement, which provides a powerful technological support as well.

Key words: resettlement plan; design innovation; environmental capacity; technological standard; TGP

(上接第 94 页)

Consideration on legislation for shoreline management of Yangtze River Estuary

HUANG Heming, LI Gang

(Network and Information Center, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China)

Abstract: Along with quick development of society and economy in the estuary area of Yangtze River, there are more human activities for the estuary shoreline development and utilization. But there are no concrete laws and regulations on shoreline management of the estuary, which is unfavorable to scientific utilization and management of the shoreline in this area. At present, some problems exist in the shoreline management, including unclear boundary division of river and sea, weak comprehensive management, lack of unified planning, overlapping management responsibilities for river-related project construction, etc. In the light of the existed problems, the suggestions on reasonable boundary division of river and sea, strengthening legislation construction, implementing comprehensive management are put forward.

Key words: shoreline development and utilization; shoreline management; legislation; Yangtze River Estuary