

河口村水库面板堆石坝止水设置及单价分析

袁国芹, 闫 鹏, 王 晖

(黄河勘测规划设计有限公司, 河南 郑州 450003)

摘 要: 河口村面板堆石坝止水类型和结构复杂多样, 结合设计资料, 针对不同的止水结构形式、施工工艺, 分析确定人工费、材料费和机械使用费, 计算的止水工程单价为周边缝止水 3 507. 85 元 /m、张性缝止水 2 749. 03 元 /m、压性缝止水 1 934. 96 元 /m, 大坝面板止水总投资为 2 632. 99 万元。

关 键 词: 混凝土面板; 堆石坝; 面板止水; 施工工艺; 止水单价; 河口村水库

中图分类号: F407. 9 文献标识码: A doi 10. 3969/j. issn. 1000-1379. 2011. 04. 047

沁河河口村水库工程的主要建筑物有混凝土面板堆石坝、泄洪洞、溢洪道及引水发电系统等。面板堆石坝最大坝高为 122. 5 m, 上游表面的钢筋混凝土面板为坝体的主要防渗结构之一。为了适应堆石坝的变形, 同时考虑到温度变化和施工设备等因素, 必须对面板、趾板进行合理分缝, 且接缝处都应设置止水设施, 以确保混凝土面板的整体性和防渗。止水的类型和结构不同, 对应的人、材、机消耗量有所不同, 单价也有很大差别。对于一般坝型来说, 止水工程投资已含在水工建筑细部结构费用之中, 但面板堆石坝的止水工程投资所占比例较大, 在细部结构中已不能涵盖, 因此需要分析单价, 单独计算投资。

1 接缝分类与止水设置

河口村水库面板堆石坝的接缝根据位置及作用可分为周边缝、垂直缝(面板张性缝、面板压性缝)、面板与防浪墙接缝、趾板间分缝等, 最基本的是周边缝和垂直缝。

面板常规止水结构形式通常采用三道止水, 即在表层接缝设置有盖板保护的塑性嵌缝填料, 在接缝中部设置橡胶止水带, 在接缝底部设置铜止水。工程实践表明, 中部止水带在施工中很难与混凝土紧密结合, 常发生漏水, 河口村水库面板采用 GB 新型止水结构形式, 该形式将中部止水带提至表层, 将止水带固定在缝口位置。为了适应大接缝位移, 将表层止水带设计成变形能力很强的波浪形, 同时为了确保止水带在大接缝张开情况下承受高水压力作用, 在止水带下面的缝口处设置了支撑橡胶棒。在波形止水带上部设置表层塑性嵌缝材料, 并采用 GB 复合盖板对塑性嵌缝材料进行封闭。

1.1 周边缝止水结构

周边缝是趾板与面板间的接缝, 它是面板防渗体系的重要组成部分。止水采用 GB 新型止水结构形式, 接缝底部设 F 形止水铜片, 表层止水结构包括底部的 PVC 橡胶棒、波形橡胶止水带、塑性填料。在波形止水带上部设置有盖板保护的塑性嵌缝材料(包括 GBW 膨胀填料、GB 柔性填料、GB 三复合橡胶板)。周边缝缝宽为 12 mm, 缝间填塞沥青木板, 底部沿线均设水泥砂浆垫层。河口村水库面板周边缝止水示意图 1。

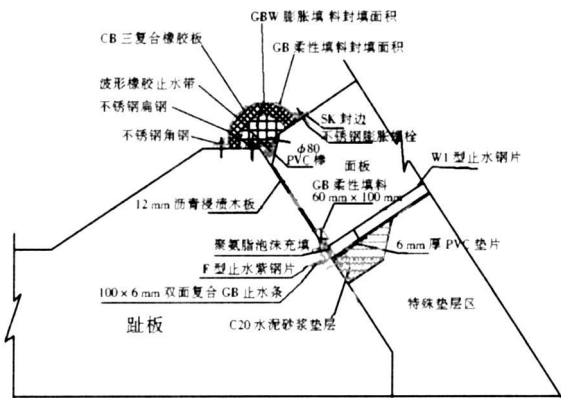


图 1 河口村水库面板周边缝止水示意

1.2 垂直缝止水结构

面板垂直缝与坝轴线垂直, 在靠近周边缝处转弯, 与周边缝垂直连接。坝体中间的垂直缝受压, 称为面板压性缝, 靠近岸坡的垂直缝受拉, 称为面板张性缝。

张性缝设三道止水, 止水结构基本与周边缝相同, 底部设一道 W 形止水铜片, 表面设置止水带, 止水带上部采用塑性嵌缝材料(包括 GBW 膨胀填料、GB 柔性填料)加 GB 三复合橡胶板覆盖, 不锈钢角钢及螺栓固定。张性缝缝间刷厚 3 mm 的乳化沥青, 不设填充料, 底部沿线均设水泥砂浆垫层。

压性缝设二道止水, 止水结构与张性缝比较减少了波形橡胶止水带、GBW 膨胀填料, 缝宽 12 mm, 缝间填塞沥青木板, 其他结构与张性缝基本相同。

1.3 其他接缝

河口村水库工程面板坝的其他接缝(如面板与防浪墙接缝、趾板间接缝)的结构形式基本上都是三道止水, 设置铜片止水、橡胶止水带、表面塑性填料加盖板保护的形式, 只是在嵌缝材料和断面设计上有所区别。

收稿日期: 2010- 06- 30
作者简介: 袁国芹(1969), 女, 辽宁黑山人, 高级工程师, 主要从事水利水电工程造价工作。
E-mail: ygq818@ 163. com

2 止水施工工艺

(1)砂浆垫层铺设。砂浆垫层铺设在缝的底部,厚度一般为 10 cm,其上部铺设厚 6 mm 的 PVC 垫片,以减轻上部止水被破坏造成的渗漏影响。

(2)缝面清理。采用压力水将缝面冲洗干净后,从上至下将接触面和缝口打磨平整、并用钢丝刷将预留 V 形槽的两边刷干净,再用压力水将槽内外表面乳皮灰砂冲洗掉。缝面处理干净后晾干或者烘干^[1]。

(3)铜片止水制作与安装。铜片止水分 F 形止水和 W 形止水,周边缝采用 F 形止水,垂直缝采用 W 形止水。铜片止水由人工焙烧、弯制、焊接而成^[2],粘贴在 PVC 垫片上,铜止水鼻子宽度为 30 mm (W 形止水为 25 mm),内部填充聚氨酯泡沫,顶部放置直径 30 mm 的氯丁橡胶棒 (W 形止水氯丁橡胶棒直径为 25 mm)。铜片止水上部至 V 形槽底部的缝面之间用厚 12 mm 的沥青木板充填 (张性缝缝宽为 3 mm,涂刷乳化沥青)。

(4)V 形槽放置氯丁橡胶棒和波形橡胶止水带。缝面处理完毕后,面板张性缝、周边缝 V 形槽按设计要求放置直径 80 mm 的 PVC 棒和波形橡胶止水带。PVC 棒直接放置在 V 形槽内,然后在缝面接触面上刷底胶,粘贴复合 GB 止水条,将波形橡胶止水带粘贴于复合 GB 止水条上,再用不锈钢扁钢、不锈钢膨胀螺栓固定波形止水带。压性缝没有波形橡胶止水带。

(5)塑性填料嵌填。表面塑性填料包括 GBW 膨胀填料、GB 柔性填料,周边缝填料为扇形结构,垂直缝柔性填料为半圆结构。开始嵌填之前,按设计尺寸将柔性填料加工成型,并把柔性填料切割成相应形状,沿缝面分段嵌填,保证嵌填的柔性填料达到设计嵌填量的要求。

(6)GB 复合橡胶盖板安装。柔性填料分段填铺后,应及时铺设复合盖板。首先在已处理的混凝土表面均匀涂刷底胶,将复合盖板粘贴在混凝土上。待复合盖板分段安装完成后,及时铺压不锈钢角钢,然后每隔 30 cm 用不锈钢膨胀螺栓固定。在复合盖板边缘采用配套的封边剂进行封闭。

3 面板止水单价分析

为了合理计算止水工程投资,需要根据设计图纸、施工工艺确定人工费和材料、机械消耗量,进而分析计算止水单价。

(1)人工费。人工费参考 水利建筑工程概预算 中趾板止水子目计算,由于设计施工较定额复杂,因此人工工时可以适当扩大。计算结果见表 1。

表 1 施工 100 m 所需人工费计算结果

项目	单价 / (元 工时 ⁻¹)	周边缝三道止水		张性缝三道止水		压性缝二道止水	
		人工 工时	人工费 / 元	人工 工时	人工费 / 元	人工 工时	人工费 / 元
工长	7 11	55.76	396	53 1	378	37 17	264
高级工	6 61	390.29	2 580	371 7	2 457	260 19	1 720
中级工	5 62	334.53	1 880	318 6	1 791	223 02	1253
初级工	3 04	334.53	1 017	318 6	969	223 02	678
合计			5 873		5 595		3 915

(2)材料费。根据设计图纸计算材料消耗量,包括砂浆、橡胶止水带、氯丁橡胶棒、PVC 棒、塑性填料、紫铜片、不锈钢膨胀螺栓、角钢、扁钢、沥青木板、粘和剂等材料,计算结果见表 2。

表 2 施工 100 m 所需材料费计算结果

项目	单位	周边缝三道止水		张性缝三道止水		压性缝二道止水	
		数量	合价 /元	数量	合价 /元	数量	合价 /元
GB 三复合橡胶板 (厚 13 mm)	m ²	94.5	11 624	86.94	10 694	70.46	8 667
不锈钢角钢 L50 6	kg	941.64	14 125	941.64	14 125	941.64	14 125
不锈钢扁钢 50 6	kg	495.6	7 434	495.6	7 434		
不锈钢膨胀螺栓 M 15 120	套	1 333	26 660	1 333	26 660	667	13 340
橡胶止水带	m	105	8 400	105	8 400		
氯丁橡胶棒 30 mm	m	105	3 255				
氯丁橡胶棒 25 mm	m			105	2 205	105	2 205
PVC 棒 80 mm	m	105	4 305				
PVC 棒 50 mm	m			105	1 680		
PVC 棒 30 mm	m					105	630
PVC 垫片 (厚 6 mm)	m ²	29.4	1 441	55.13	2 701	55.13	2 701
100 6 mm 复合 GB 止水条	m	315	7 560	210	5 040	210	5 040
65 3 mm 复合 GB 止水条	m	210	1 680	210	1 680		
GBW 膨胀填料	t	5.83	58 300	4.26	42 600		
GB 柔性填料	t	6.45	64 500	3.32	33 200	4.85	48 500
聚氨酯泡沫填料	m ³	0.38	247	0.32	208	0.32	208
紫铜片 (厚 1 mm)	kg	700.88	31 540	770.96	34 693	770.96	34 693
铜电焊条	kg	4.37	149	4.81	164	4.81	164
水泥砂浆	m ³	8.4	1 512	7.35	1 323	7.35	1 323
粘和剂	kg	14.48	290	21	420	21	420
锯材	m ³	0.63	1 260	0.54	1 080		
沥青	t	0.35	1 400	0.3	1 200		
木材	t	0.12	54			0.1	45
乳化沥青	kg			94.5	378		
其他材料费	%	0.5	1 229	0.5	968	0.5	672
合计			246 965		194 573		135 013

(3)机械使用费。以往混凝土面板坝表层止水都是由人工按照分块、分板、分条的组合方式施工的,存在嵌填不密实、填料间粘接不牢固、效率低等问题,施工质量难保证、施工进度不理想。中国水科院开发研制了首台 GB 柔性填料挤出机后,形成了止水材料的机械一体化一次成型的施工工艺。根据成功的施工经验,机械消耗量及费用计算结果见表 3。

人工费、材料费、机械使用费为直接费,再计入其他直接费、现场经费、间接费、企业利润、税金,则可计算出施工 100 m 对应的面板坝止水费用,见表 4。

表 3 施工 100 m 所需机械使用费计算结果

项目	周边缝三道止水		张性缝三道止水		压性缝二道止水	
	数量 / 台时	合价 / 元	数量 / 台时	合价 / 元	数量 / 台时	合价 / 元
台式电钻	40	64	40	64	40	64
电 锤	80	473	80	473	80	473
角磨机	80	1 352	80	1 352	80	1 352
高压冲洗机	20	500	20	500	20	500
卷扬机	90	2 340	90	2 340	90	2 340
吊 篮	90	855	90	855	90	855
电焊机	15	120	15	120	15	120
牵引台车	40	5 381	20	2 690	15	2 018
喂料车	40	826	20	413	15	310
GB填料挤出机	40	4 856	20	2 428	15	1 821
振动夯	40	385	20	193	15	145
其他机械费		86		57		50
合 计		17 238		11 485		10 048

表 4 施工 100 m 对应的面板坝止水费用

项目	周边 缝合价 /元	张性 缝合价 /元	压性 缝合价 /元
直接费	270 076	211 653	148 976
其他直接费	10 803	8 466	5 959
现场经费	21 606	16 932	11 918
间接费	15 124	11 853	8 343
企业利润	22 233	17 423	12 264
税 金	10 943	8 576	6 036
合 计	350 785	274 903	193 496

分析计算表明,面板止水结构、形式、部位以及嵌缝材料的不同,单价会有很大的差别,周边缝止水为 3 507. 85元 /m,张性缝止水 2 749. 03元 /m,压性缝止水 1 934. 96元 /m。通过计算分析,河口村水库大坝面板止水投资 2 632. 99万元(见表

5),大约占坝体投资的 5%。在河口村项目建议书及可研设计阶段,由于还不能精确确定止水详图,估算编制直接采用水利建筑工程定额,因此止水工程单价偏低 40%,投资严重不足。可见,止水单价确定是否合理将直接影响坝体投资。

表 5 河口村水库面板止水工程投资

项目	数量 /m	单价 / (元 m ⁻¹)	合计 / 万元
周边缝止水	719	3 507. 85	252. 21
防浪墙与面板连接缝止水	584	2 540. 49	148. 36
面板张性缝止水	5 062	2 749. 03	1 391. 56
面板压性缝止水	3 548	1 934. 96	686. 52
防浪墙止水	204	1 568. 68	32. 00
趾板等分缝间止水	463	2 642. 32	122. 34
合 计			2 632. 99

4 结 语

面板坝止水工程施工工艺复杂,结构形式多样,嵌缝材料也不尽相同,因此应根据具体设计调整消耗定额,合理确定止水单价。在前期设计阶段没有施工详图时,可按上述单价并适当考虑阶段扩大系数进行估算,防止投资不足,影响工程施工质量和进度。

参考文献:

[1] 王国忠,程燕. 混凝土面板堆石坝止水工程单价分析研究 [J]. 吉林: 东北水利水电, 2001, 19(9): 1- 3
[2] 谢玉华. 浅谈钢筋混凝土面板止水造价 [J]. 四川: 四川水力发电, 2000, 19(4): 28- 29

责任编辑 张华岩

(上接第 113 页)具有长期稳定性和准确性的参比电极^[6],这样就可以定期或不定期地根据测到的腐蚀电位判断探头及比探头位置更深处钢筋的腐蚀状态。其他类型的钢筋腐蚀监测最终目的也是了解某个时刻脱钝前锋线的位置以及评估脱钝前锋线的前进速率。对混凝土保护层中性化的进程或 Cl⁻ 侵蚀进程进行监测,也可以在一定程度上了解混凝土中钢筋腐蚀状况。

但是如何对腐蚀情况尚不确定的结构进行腐蚀检测,与腐蚀监测概念不尽相同。常见的钢筋腐蚀检测电化学方法有半电池电位法、线性极化法、电阻率法、电化学噪声法、交流阻抗法等,这些方法均可以对硬化混凝土中钢筋腐蚀情况进行定性检测,但各有优缺点和适用范围。若在混凝土成型初期埋置一个性能相对稳定的辅助电极,则可以通过上述方法进行腐蚀监测,但监测准确性比在结构中预埋传感器差。目前腐蚀监测有线传感器需要用导线连接到结构外部,导线的数量随着传感器数量的增加而增加,不仅工作量大,而且安装和维护需要大量经费,并给施工造成较大不便。因此,钢筋腐蚀监测无线传感器技术的应用是今后研究的重点,也是腐蚀监测的发展趋势。

4 结 语

钢筋腐蚀是一个电化学过程。腐蚀监测的最终目标是了

解钢筋钝化膜脱钝时间、混凝土中性化速率、氯离子侵蚀速率或氧离子含量达到临界值的时间等。现阶段钢筋腐蚀检测与监测的研究应朝着定量、综合和智能化的方向发展。

参考文献:

[1] 马振珠,岳汉威,宋晓岚. 水泥水化过程的机理、测试及影响因素 [J]. 长沙大学学报, 2009(3): 43- 45
[2] 赵海君,严云,胡志华,等. 钢筋混凝土中钢筋的氯诱导腐蚀 [J]. 四川建筑科学研究, 2007(12): 152- 156
[3] 朱训恒. 钢筋锈蚀与混凝土结构的耐久性 [J]. 中国石油大学胜利学院学报, 2007(3): 12- 14
[4] 李富民,袁迎曙,姬永生,等. 混凝土中钢筋的腐蚀动力学行为 [J]. 中国矿业大学学报, 2008(4): 565- 567.
[5] B M 莫斯克文, M 伊万诺夫, C H 阿列克谢那夫,等. 混凝土和钢筋混凝土的腐蚀及其防护方法 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1984
[6] 钟嘉辉. 混凝土结构腐蚀监测技术的发展与应用 [C]. 港珠澳大桥前期协调工作小组. 2009 年桥梁耐久性论坛. 北京: 人民交通出版社, 2009 120- 123

责任编辑 张华岩