**坝肩开挖抛投体对南康三水电站截流影响的分析**

王文智

中国水电十五局国际工程公司 陕西 西安 710065

**摘要：**南康三水电站坝址处为深“V”型河谷，截流围堰壅水高度较大，这样在截流过程中会出现较大的落差，截流难度较大。在实际施工中充分利用河谷条件和现场岸坡开挖的实际情况，坝肩开挖时采用抛掷爆破在戗堤下游坝轴线处形成堰塞体，壅高上游水位，分担截流落差，使截流戗堤难度大为降低。本文结合工程实际对工程截流过程进行简单的水力分析，说明坝肩开挖抛投料形成的堰塞体对整个截流过程的影响。

**关键词：**抛投体截流 影响 分析

**1 工程概况**

南康三水电站位于老挝境内湄公河一级支流南康河上，是南康河规划的梯级开发的最末一级，电站装机2×30MW，枢纽由混凝土重力坝和引水发电系统组成。电站枢纽施工初期导流采用全段围堰隧洞导流方案。

导流隧洞布置在河右岸，全长358m，城门洞型，净断面尺寸5.5×7m，进口底板高程306.0m，出口底板高程302.8m，底坡坡降0.894%。

导流洞施工2013年10月底完成，截流时间选择在11月上旬，截流设计流量采用11月平均流量，P=10%， Q=86.5m3/s。

**2 截流计划方案**

施工截流计划是按照实测河床断面及原河床自然过流情况进行设计。

原河床最低高程302m，Q=86.5m3/s时河水位303.45m，水深1.45m。根据导流洞的过流条件计算Q=86.5m3/s时，上游水位310.98m，戗堤顶高程为312m。可以看出截流过程中戗堤上游水位将抬高7.53m。

导流洞进口底板高程306m，截流须使河水位抬高2.55m才能使导流洞开始分流。经过水力计算，龙口最大平均流速恰出现在导流洞开始分流的时刻，此时最大流速5.3m/s，随着龙口流量的减小，流速也逐步降低直至合拢。

在以上方案确定以后，我们也注意到了，由于大坝左岸坡较陡，在开挖中总会有一些石渣溜进河中，在坝轴处石渣堆积形成堰塞体，使上游水位壅高。如果能将这一有利条件加以利用将会减小截流难度。

**3 截流实施**

截流戗堤是按照原定计划于10月中旬开始预进占，预进占是在导流洞未分流情况下，利用开挖的渣料逐步填筑的。

随着施工的进展左岸坡的开挖在坝轴线处堆积料越来越多，使河水位不断壅高，为戗堤预进占提供了非常有利的条件。原计划龙口预留宽度30m，正是由于水位壅高才使得龙口实际宽度缩小。

由于导流洞内还有少量工作在进行，预进占阶段导流洞没有分流，为了最大限度的直接利用开挖料，尽量缩小龙口宽度。最终在正式截流前龙口水面宽度达到8.2m，此时实测围堰上游水位308.3m，下游水位306.7m，水面落差1.6m。

这时因为导流洞进口围堰未拆除，龙口出现了较大的流速，经过之后的分析计算，此时出现的是本次截流的最大流速4.32m3/s（见表二）。在该龙口宽度不变的情况下，导流洞分流之后，龙口流量减小，则堰前实测水位下降了0.6m，此时龙口流速则为4.05m/s。继续进占，龙口流速逐渐降低。

龙口合拢之时，实测堰前水位309.4m，实测堰塞体高程为306m。合拢之后第二天堰前水位达310m，水位基本保持稳定了，说明围堰前水库完成了蓄洪过程。根据导流洞进口水位流量关系曲线可知实际截流流量Q=62.33m3/s。

南康三水电站截流实际戗堤堤顶高程达319m，比设计戗堤顶312m高出7m，这样做是为了最大限度的直接利用开挖料。但是，根据对截流过程的观察发现，戗堤加高对截流不利，一是加大了截流戗堤工程量，二是截流材料在坡面倾倒之后滚落方向不确定，不能准确投放，增加了大块料的投放工程量。

**4 坝肩开挖抛投形成的堰塞体对截流的影响分析**

南康河在坝轴线处为“V”型河谷，大坝左右岸坡的开挖势必造成部分石渣滚落河道，壅塞造成河水位的上涨，这个情况对于截流来讲是十分有利的条件，必须很好加以利用。在左岸开挖过程中曾做过一个小试验：加大爆破抛掷能力，爆渣落入河中造成堰塞体产生水位瞬时升高0.5m，该实验说明此法的效果非常明显。实际截流施工中实测堰塞体使水位壅高到306.7m高程，分担落差3.25m。

实际上这种截流方法相当于**双戗截流**的效果，开挖抛投的堰塞体相当于一个平抛戗堤，分担了落差，减小了上游立堵截流的难度。

**表一 设计情况下截流参数对比**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 龙口平均过水宽度（m） | 龙口  流量  （m3/s） | 分流量  （m3/s） | 上游水位（m） | | 龙口平均流速（m/s） | |
| 原方案 | 壅水后 | 原方案 | 壅水后 |
| 20 | 86.5 | 0 | 303.86 | 306.77 | 3.05 | 0.92 |
| 10 | 86.5 | 0 | 304.95 | 306.97 | 4.53 | 1.84 |
| 6.34 | 86.5 | 0 | 306.00 | 307.37 | 5.3 | 2.9 |
| 4.2 | 60.98 | 25.52 | 308.2 | 308.17 | 4.30 | 4.29 |
| 3.45 | 37.03 | 49.47 | 309.45 | 309.41 | 3.89 | 3.88 |
| 2.39 | 15 | 71.5 | 310.39 | 310.38 | 3.25 | 3.25 |

表注：水力计算水量平衡方程：Q=Q分+Q龙，未考虑蓄水流量和围堰渗漏流量。

从表一中可以看出：①坝轴线处壅水之后，截流初期龙口流速较原来均有较大幅度的下降，有利于戗堤的预进占，可以使预留龙口的宽度减小，降低截流强度；②由于坝轴处水位的壅高，削减了龙口最大流速，且出现最大流速的时间点较原来延迟，此时龙口断面相对较小，有利于迅速合拢，降低截流难度。

在实际截流量Q=62.33m3/s情况下，对实际截流过程中几个典型时段进行分析计算，计算结果见表二。表中所见龙口出现的最大流速为4.32m/s，这个流速是在导流洞未分流，且水位达到308.3m的情况下出现的。当导流洞分流之后，实测堰前水位下降了0.6m，龙口流速下降为4.05m/s，随着进占的继续进行龙口流速逐渐减小，可见坝轴线处的堰塞体对截流的作用是非常明显的。

**表二 实际截流情况龙口参数表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 龙口平均过水宽度（m） | 龙口  流量  （m3/s） | 分流量  （m3/s） | 堰前水深  （m） | 上游水位（m） | 龙口平均流速（m/s） | 备注 |
| 10 | 62.33 | 0 | 4.84 | 306.84 | 1.33 | 河床302 |
| 5 | 62.33 | 0 | 5.26 | 307.26 | 2.65 | 河床302 |
| 4.1 | 62.33 | 0 | 4.3 | 308.3 | 4.32 | 未分流，堰底高程304 |
| 3.7 | 44.88 | 17.45 | 3.7 | 307.7 | 4.05 | 分流，堰底高程304 |
| 2.9 | 23.68 | 38.65 | 2.84 | 308.84 | 3.56 | 分流，堰底高程306 |
| 1.66 | 7.98 | 54.35 | 2.0 | 310 | 2.86 | 分流，堰底高程308 |

**5 结论**

对于“V”字型河谷，一般的大坝施工均是在截流之前进行岸坡的开挖，前期尽量避免石渣滚落河谷，以防堵塞河道不利于泄洪。截流一般都选在汛末时段，此时河水流量减小，水位下降。在岸坡开挖时预留部分坡段，在截流前实施加强抛掷爆破，形成堰塞体，壅高水位，分担截流落差，可以大大降低截流难度。

南康三电站的截流顺利实施得益于其有利的地形条件。如果河道比降较大，上游围堰距离坝趾较远，难以形成有利的水力条件，则不可行。所以，要采用坝肩开挖抛投体在河道中形成堰塞体雍高水位来减小截流落差的办法，必须结合工程的实际情况灵活采用。