

山区河流取水技术

吴松华
万玉成

(中国市政工程西南设计院)

四川地处盆地山多、河流多，山区河流具有枯洪水位及流量变化大、洪水期含砂量高并夹带大量漂浮物等特点。因而山区取水工程存在着泵站深度大、投资高，以及泥砂和漂浮物对取水口的严重威胁等方面的问题。本文根据多年工作中实践，针对上述问题提出了取水口位置选择、取水头部设计以及选择取水构筑物形式等方面要注意的问题。以降低取水工程造价，确保取水安全可靠。

一、山区河流取水特点

1. 山区河流特征

山区河流位于大中型河流的上游河段，受地势影响，河谷狭窄、河床纵坡大，水流湍急，有以下特征：

(1) 洪枯流量相差悬殊，洪枯水位变幅大，如长江水系重庆地段洪枯流量相差44

倍，水位变幅达33.3米，个别河流的洪枯流量可相差数千倍，水位落差达50米。洪水期河水陡涨陡落，有些河段一小时水位升高可达20米。这些变化，给取水构筑物的修建及维护管理带来困难。

(2) 洪水期含砂量大，粗粒径含量比重大，且在不同地区、不同季节变化很大。有代表性河流含砂量及颗粒分析见表1

含砂量及颗粒分析表 表1

测定时间	河流名称	地区	最大含砂量 kg/m ³	φ大于0.1mm 泥沙含量(%)
1982年5月至 10月平均值	长江	寸滩	13.5	19.94
	金沙江	宜宾	9.59	32.30
	金沙江	渡口	23.7	45.80
1984年	嘉陵江	广元	200	41.30
1982年5月至 10月平均值	嘉陵江	武胜		9.89

(3) 水流中夹带多种漂浮物，特别是春汛和洪水期，漂浮物数量猛增。它不但浮于水面，且存在于较深的水层中，常在回流区聚集。

由于上述特征，使取水工程具有一定的特色。

2. 取水特点

(1) 由于洪枯流量悬殊、河床宽阔，枯水期主流远离岸边。因此，取水特点之一是带有淹没式取水头部的河床式取水构筑物常被采用。而此式取水头部深埋水中，维护不便，经常受砂、草的危害，重则头部被淤堵塞，迫使取水口改建，甚至报废，轻则大量泥砂进入泵房，集水井被淤，水泵叶轮和泵壳磨损严重。

因此，在高含砂量、漂浮物特多的山区河流中取水，如何防止或减轻砂、草对取水设施的威胁及危害，是要认真研究的重要问题。

(2) 由于洪枯水位落差大，必然增加了取水泵房的深度。如重庆地区的大型取水泵房深度一般在35米以上，有的超过47米。

在水位落差稍小的广大地区,取水泵房深度亦达15~30米。

泵房深,土建造价高,维护管理亦不方便,因此如何节省泵房造价,改善工人操作条件是需要研究的另一个问题。

二、解决砂、草威胁、降低造价的对策

1. 确定最佳取水口位置

除了符合选一般取水口位置要求外,山区河流取水,防止砂草淤塞取水口,是选择位置的重要因素之一。因此必须:

(1) 了解、掌握河道水流特征,研究河道发展趋势,将取水口选在水流稳定的河段亦是解决泥砂、漂浮物对取水口威胁的首要条件。很多工程实例证明,在河床容易发生变迁的河段取水,泥砂淤积就严重。

影响河道稳定的因素很多,也很复杂,应主要从河流的泥砂运动去分析,并根据河道的水文特征即河段的流量、流速、水位、含砂量及其变化,并结合河道形态特征,岸形条件及水工构筑物等具体条件,分析河床演变规律及河道发展趋势,以判明拟建取水点的河道是否稳定。在分析过程中应注意下列几点:

①了解取水河段主流变迁历史,并与当地城市河流整治规划部门加强联系。

一般说来,四川山区河流的河岸比较稳定,但洪峰时的流量和流速大,使土质岸形冲刷严重,通过大的洪峰流量时,河道主流可能会有改变。如四川涪江江油段,主流曾发生过变动,致使运转多年使用良好的取水口被泥砂淤积。在稳定性差的河道上建取水口一定要慎重,以确保取水安全。

②充分了解取水河段的冲淤变化,根据河道形态特征和水流条件分析冲淤发展趋势。

河流的泥砂运动会引起河水含砂量及河床形态的各种变化,是引起河床演变的直接

原因,必须通过调查及二年以上的水下地形测量,了解河床历年冲淤变化的情况。取水口的进水底缘高程及其结构高度应考虑最大冲淤变化范围。不宜在河床有逐年淤积或强烈冲刷的河段设置取水口,对冲淤平衡的河段应根据总的河道形势分析冲淤的发展趋势,如在过去的工程中曾遇到几十年的深潭而被泥砂淤平,取水口被迫延伸的实例。

③对河流形态较为特殊复杂的河段取水,如在两江(河)汇合口区段、江心砂洲以及分叉河道等处取水要谨慎处理。

四川许多城市座落在两江汇合处,因两江水位不是同时上涨或因上涨速度差异而造成泥砂在支流有时沉积,或被冲刷下泻使支流含砂量剧增。在二江汇合处河道流速下降时,泥砂大量沉积,取水口宜选在砂水影响范围以外,最好在主流一侧。

随着河流的泥砂运动,江心沙洲的发展、扩大,使水流发生分叉现象,成为分叉河道。此河道极不稳定,常处于发展或衰亡的变化中,要在此设置取水口,应掌握叉道水文特性和河道演变规律。为确保取水安全,采用人为的水工措施,控制叉道主流转移。

(2) 利用有利的岸形条件。取水口应尽量设在弯曲河岸凹岸主流顶冲点的下游。一般主流近岸水深岸陡,河槽不易产生淤积。

当岸形受到限制,通过技术经济比较,到较远的凹岸取水不经济时,应将取水口伸到河道的主流,并避开河流的回水区或死水区。不少工程实践表明,对偏离主流较远的取水口,由于流速小、水流夹砂能力弱,大量泥砂淤积进入取水口。这时,改造取水头部将其延伸至主流,吸入泥砂量将大为减轻。

在任何岸形条件下,取水都要避免在河床上垂直于水流方向设置横向低流槽引水。

洪水期来临,泥砂就将局部加深或横向低流槽全部淤满。

(3) 取水口位置应考虑人工构筑物和天然障碍物对水流的影响。建有桥梁丁坝、码头、拦河坝的河段,河流形态均有一定的改变,都应当引起重视,应将取水口设在上述影响范围之外,以取得好的水质。

2. 确定合理的取水头部形式

取水头部类型较多,应根据取水规模、取水构筑物形式、河流特性、取水条件以及施工等因素综合分析确定。四川山区河流砂草严重,淹没式取水头部的防草除砂问题一直是探索研究的问题,并要求能取得表层水。

从60年代以来,四川及全国各地都先后进行试验研究,80年代初在学习外省斜管取水头部基础上,中国市政工程西南设计院在四川乐山某水厂,进行了带有锯齿形进水装置的侧向流斜板取水头部的试验,并投入运行,除砂效果良好。

防草除砂,可减轻泥砂在集水井的淤积和水泵的磨损,能改善水厂净水效果。取水头部形式应根据处理砂草的要求确定。

为确保下滑泥砂随水流冲走,底坎要有足够的高度。较长的斜管要求取水点的水深较大,以防头部被淤。

防草除砂形头部介绍下列两种。

(1) 斜板(管)式取水头部(图1)

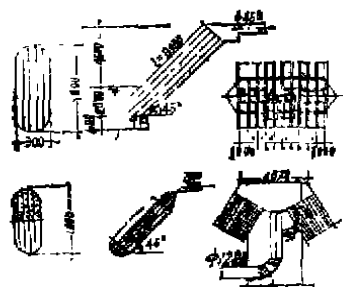


图1 斜板(管)取水头部

头部由防草格栅进水及内设有许多呈 60° 倾角的平行斜板(管)组成,水流方向为上向流,沉积在斜板(管)上的泥砂可自

动下滑随河水冲走。根据运行经验,去除大

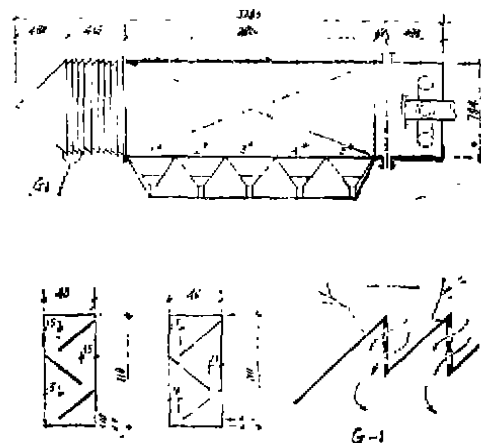


图2 锯齿式取水头部

于0.1毫米粒径砂的效率为45~55%效果不很理想。

(2) 锯齿式侧向流斜板取水头部(图2) 它的特点是水流转180度才能进入孔口,进水流线的弯曲,使杂草不易进入头部而随着大于进水流速的河水带走,故除草效果好。除砂主要由侧向流斜板、带阻流板的排砂装置等组成,特点是能排除江水紊流对斜板区工作的干扰,发挥了侧斜板的沉砂作用,优于上向流斜板(管)取水头部。

当河水含砂量大,但颗粒细、漂浮物多时,或泥砂颗粒虽粗且受到取水条件限制,设置除砂装置有困难时,取水头形式仅满足防草要求,水中泥砂由泵送至水厂沉砂池处理。

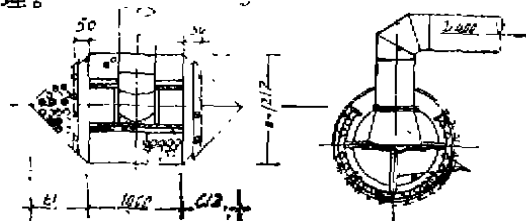


图3 鱼形罩式取水头部

对于防草程度要求高的取水头部,根据实践介绍几种取水头部形式。

(1) 鱼形罩式取水头部(图3) 这种

头部具有外形圆滑、水流阻力小,对周围水流破坏及扰动小,吸入草量较少优点,但不能彻底免除堵塞,有时尚需潜水员下水清堵。

(2) 鱼鳞式取水头部(图4) 系鱼形罩式的改进,将鱼形罩头部的进水圆孔改为

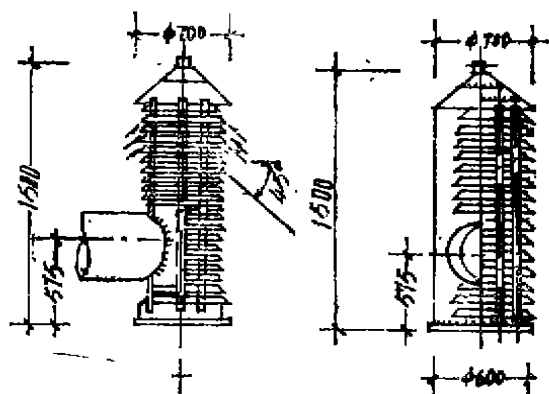


图4 鱼鳞式取水头部

鱼鳞板,鱼鳞板之间的条缝为进水孔,水流从侧面进入,除草效果较好。

(3) 锯齿形取水头部,为前两种形式的进一步改进,将孔口进水流向与河水流向的夹角由90度增加到180度,水流进入头部时的流线更为曲折,撇草效果更好。

另外要求取河流表层水,可设高水位取水头部或高水位进水窗口,以便在不同的水位均能取得较好水质。

采用活动式取水头部(图5) 活动式

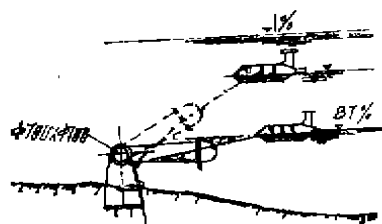


图5 伸缩式活动取水头部

取水头部它由浮体(筒)、进水口、连络管三部份组成。或是借助于浮体(筒)的浮力,使取水头部随河流水位的涨落而上下浮动,并与水面保持一定距离,以取得含砂量较少的表层水。它适用于枯水期水深较浅,洪水

期底砂及推移质较严重的山区河流。按活动方式不同分软管式、伸缩管式、摇臂式、浮吸式和升降式等。

此种进水口常接近水层表面,易吸进杂草,还有待改进。

总之,合理的取水头部形式可以减轻砂草之患。

3. 确定取水构筑物形式

河床式取水构筑物是四川山区河流常采用的一种取水形式,类型较多,按进水方式有自流管、虹吸管取水、水泵直接吸水;按集水井与竖井泵房的关系有分建式和合建式;按竖井泵房的形式有竖井干式,湿井式、淹没式、瓶式等。在保证安全供水取得较好水质的前提下,根据取水量、含砂量与漂浮物,枯水期水深与水位变幅,河床及岸坡的地形与地质、航运与施工条件,管理与维护等因素,经技术经济比较确定的。本节着重从砂草、造价及维护管理方面分析河床式取水构筑物头部以外的其他部分。

河床式取水构筑物主要由伸入河床的淹没式取水头部,进水管及竖井泵房组成。经过前面两部分优选后,仍有一部份杂草及数量较大的泥砂要通过头部经过水管进入竖井泵房。因此,在确定进水管及竖井泵房形式时,应对剩余砂草的危害予以重视。深达几十米的竖井泵房造价很高,占取水工程投资比重较大,因此降低竖井泵房造价,方便维护管理是选择取水构筑物形式的重要因素。

(1) 进水管形式 虹吸管取水可减少开挖土石方和水下施工、节约造价。为防止管内淤积,初期投产流速仍应满足 0.7m/s 不淤流速要求。

(2) 大型取水泵房为运行安全,一般设有集水井,并与泵房合建。

河水进入集水井,流速锐减,井内泥砂淤积是这种取水形式的通病。它不但使集水井清淤困难,且加剧水泵叶轮的磨损。可采

用一些技术措施,如进出水管布置紧凑,使进水管的入口水流对井底泥砂起摇动作用,可减少水流死角,应尽量使水中泥砂受扰动而不沉,随水流畅工作泵抽走。

集水井底设反冲排砂设施,设水力提升器排砂,这种排砂方法较为成功。

降低大型竖井取水泵房的土建造价是值得研究的问题,水泵选型和布置是确定泵房面积的关键,一般应作技术经济比较。大型泵组采用立式泵能充分利用空间、减少面积,节约造价。

(3) 水泵吸水管直接取水形式能降低造价,是很有发展前途的一种取水形式。按常规限于取水量少,源水水质较好的取水工程。在山区河流含砂量高、漂浮物多的水流条件下,中小型工程采用此形式,取得较为满意的效果。

取消集水井,可利用水泵吸水高度,泵房面积、深度均可减少,且施工简单,土建工程造价较低。某工程经比较,泵房面积及土建造价比合建式竖井泵房分别节省10.8%和24%。

利用水泵吸水高度的直吸式取水,每台泵应单独设置吸水管,以保证安全取水。也可采用承压吸水管(管)的方法,既可避免设置大容积集水井,又可解决二根进水管与多台水泵的转换问题。图6为四川沱江上游取水规模约9万立方米/日采用承压集水管的取水形式,经多年使用,效果良好。

(4) 湿井式

泵房见本图第8页图3。可以节约土建造价、改善工人操作条件,在特深的竖井泵房中占有一定的地位。

泵房内采用防砂深井泵,泵房面积大为减少,同时湿井内外水位基本相同,井筒无特殊防水及抗浮要求,所以湿井泵房的筒壁较薄可节约土建投资。但防砂深井泵的装拆很复杂,检修工作量大。

湿井泵房下部为集水井,井内泥砂淤积,清除困难。

目前一种新型的潜水电泵有取代防砂深井泵的趋势。该泵具有下列特点:体轻、检修方便;深埋水中运行效率高,节省电耗,但仍存在着能否适应高含砂量的问题。在四川某工程已采用,效果还有待实践验证。

(5) 淹没式、瓶式泵房,系将竖井泵房上部无用的空间缩小,节约土建造价。但通风差,泵房内温度高、噪音大,操作管理条件差,设备检查检修和交通运输均感不便等缺陷,故在山区河流取水中采用不是很多。

(6) 对于山区河流浅水河床常采用拦河闸(坝)抬高水位取水。拦河闸(坝)取水一定要采取措施,防止坝前淤积。

(7) 缆车、浮船式取水可取到含砂量少的表层水,对草清除也易,同时造价低、施工方便。当投资受到限制或修建固定式取水泵房有困难时,可采用移动式取水。然而,山区河流水位涨落速度快、流速大、维护和管理麻烦、安全性差,在新建工程上很少采用这种移动式取水形式。

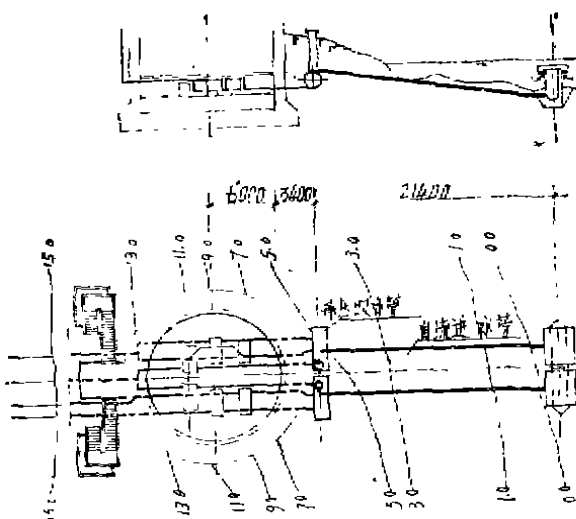


图6 承压吸水管取水形式