



移动式取水

泵站工程

牛富敏 许 人 著
王兰涛 马 跃 生

BENGZHANGONGCHENG

黄河水利出版社

移动式取水泵站工程

牛富敏 许 人 王兰涛 马跃生 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

取水工程是城乡供水工程的源头。有些工程水源的水位涨落幅度较大,取水泵站须随水位升降而移动,以保证供水。本书论述了移动式取水泵站的作用、特征和基本要求,缆车式和浮船式取水泵站工程的适用条件、工程布局、构筑物组成、设备选择和工程设计,介绍了国内移动式取水工程的概况和一些设计实例。可供水利工程技术人員参閱,也可作为有关高等院校師生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

移动式取水泵站工程/牛富敏等著 — 郑州:黄河水利出版社,2001.10
ISBN 7-80621-501-8

I. 移… II. 牛… III. 泵站,移动式—水利工程
IV. TV675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 064817 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话及传真:0371-6022620

E-mail:yrp@public2.zz.ha.cn

承印单位:河南第二新华印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13.75

字数:314千字

印数:1 1000

版次:2001年10月第1版

印次:2001年10月第1次印刷

书号:ISBN 7-80621-501-8/TV·237

定价:40.00元

前 言

由于我国水资源分布的不均衡性和水资源短缺问题的日益严重,兴建取水工程将会越来越多。而对于高水位变幅的水库和河流取水来说,移动式取水泵站是较好的一种取水形式。我国 20 世纪 50~60 年代所建成的一批移动式中小型取水泵站,取水设施大都比较简陋,取水安全性能较差,取水口淤积和被淹没事件时有发生。对于多泥沙河流和主流摆动剧烈的河流来说,基本上没有较为成熟的实践经验。因此,对上述水源取水技术的进一步研究和创新具有重要的现实意义。

由于小浪底水库特殊运用方式的影响,中条山供水工程取水首部水位最大变幅达到 70m,日变幅达 60m,致使坡道长度达 220m。在水位变幅和坡道长度方面,通过对国内外同类工程的联机检索,尚无先例。对超长坡道和大水位变幅所引起的一系列技术问题,目前亦无可靠的工程实践经验。经鉴定达到国际先进水平的中条山供水工程的设计研究成果及其成功建设和运行,为移动式泵站积累了较为成熟的经验。为了总结这些经验,编者对国内给水工程详加调查,并搜集了大量同类工程的有关资料,进行了较系统的分析研究。在取水水位变幅大、水库泥沙淤积变化复杂等特殊运行条件下,采用河床演变理论、有限元和数学模型计算等具有较高水平的研究手段,提出了一整套取水研究的新思路与较成熟的定量计算方法,并研究采用了诸多具有创新性的关键技术,成功地解决了上述复杂运行条件下的一系列取水技术难题,对同类工程具有广泛的指导和借鉴意义,对国内水资源的合理利用、取水技术的发展与进步均将产生积极的影响。

本书在介绍特例之前,在保证基本概念和基本理论要求的同时,充分注意吸收国内给水工程的新概念、新技术、新设备和新经验,反映了现代移动式取水工程的发展趋势。但我国幅员辽阔,河流特征、水文、水质、气象、地形、地质条件千差万别,取水工程的规模也相差悬殊,再加上客观条件和编者水平的限制,书中内容可能不够完善,对一些问题的分析和认识仅是初步探讨,不妥甚至错误之处在所难免,恳请参阅者批评指正。

在本书的编写过程中,得到了有关设计、施工单位的支持和协助;本书的取材,得益于许多为此提供成果和宝贵资料的有关人员。在此一并致以诚挚的谢意。

编 者

2001 年 8 月于郑州

目 录

前 言

1 概况	(1)
1.1 取水工程的任务	(1)
1.2 水资源概念及我国水资源概况	(1)
1.3 取水工程概况	(3)
1.4 移动式取水构筑物概况	(4)
1.5 已建缆车式、浮船式取水构筑物简况	(6)
2 移动式泵站取水特征	(11)
2.1 影响取水的主要因素	(11)
2.2 取水口位置的基本要求	(15)
3 缆车式取水	(24)
3.1 适用条件及规模	(24)
3.2 位置选择及总体布置	(26)
3.3 设备选择	(31)
3.4 泵车设计	(41)
3.5 坡道设计	(50)
3.6 输水斜管及叉管	(71)
4 浮船式取水	(78)
4.1 特点和适用条件	(78)
4.2 浮船式取水位置的选择	(79)
4.3 设备及其布置	(81)
4.4 船体设计要求	(85)
4.5 浮船取水接头形式	(86)
4.6 联络管及输水斜管	(88)
4.7 摇臂联络管的计算	(99)
4.8 浮船锚固和移位	(100)
4.9 船体结构	(105)
5 中条山供水工程设计简介	(108)
5.1 概述	(108)
5.2 主要设计内容和结论	(111)
5.3 黄河岸边安窝取水口位置的论证分析	(113)
5.4 工程地质条件分析	(134)
5.5 取水泵站研究	(170)

5.6 斜桥 T 形梁研究	(194)
6 附录	(203)
附录 1 缆车常用钢轨	(203)
附录 2 缆车常用钢丝绳规格	(204)
附录 3 钢丝绳及允许拉力的计算	(207)
附录 4 缆车常用卷扬机型号及技术规格	(209)
参考文献	(211)

1 概 况

1.1 取水工程的任务

取水工程是给水工程的重要组成部分之一。它的任务是从水源取水,并送至水厂或用户。由于水源不同,使取水工程设施对整个给水系统的组成、布局、投资及维护运行等的经济性和安全可靠产生重大影响。因此,给水水源的选择和取水工程的建设是给水系统建设的重要项目,也是城市和工业建设的一项重要课题。

对取水工程通常从给水水源和取水构筑物两方面进行研究。属于给水水源方面需要研究的问题有:各种天然水体的存在形式,运动变化规律,作为给水水源的可能性,以及作为供水水源而进行的水源勘察、规划、调节治理与卫生防护等问题。属于取水构筑物方面需要研究的问题有:各种水源的选择和利用,从各种水源取水的方法,各种取水构筑物的构造形式,设计计算、施工方法和运行管理等。

1.2 水资源概念及我国水资源概况

水是人类赖以生存和从事生产不可缺少的资源。随着人口增长、经济发展及人类生活水平的提高,人类对水的需求日益增长。水资源又是一种有限的,而且是不可替代的宝贵资源。迄今为止,有不少国家和地区的水资源问题已成为国民经济发展的制约因素。因此,对水资源的合理开发利用,受到普遍关注和重视。

由于人们对水资源研究和开发利用的角度不同,对水资源概念的理解也不同。关于水资源概念,基本上可归纳为:

(1)广义概念。水资源指包括海洋、地下水、冰川、湖泊、土壤水、河川径流、大气水等在内的各种水体。

(2)狭义概念。水资源指上述广义水资源范围内逐年可以得到恢复更新的那一部分淡水量。

(3)工程概念。水资源仅指上述狭义资源范围内可以恢复更新的淡水量中,在一定技术经济条件下,可以为人们取用的那一部分水量以及少量被用于冷却的海水。

上述概念是人们从不同角度对水资源含义的理解,如第(1)种概念主要是从地学、水文学、气象学的角度考虑;第(2)种概念主要是从生态环境与水资源综合利用的角度考虑;第(3)种概念主要是从城市和工业给水及农田水利工程的角度考虑。

应当指出,当涉及水资源概念时,应注意区分它的含义以及在不同场合下水资源概念的转化。例如,当提到某区域水资源问题时,往往指的是第(2)种含义;但当提到水资源数量不足时,往往指的是第(3)种含义,即“可以被人们取用的那一部分水量”。

就城市水资源而言,它的含义又有一定区别。如城市与工业水源供不应求,为扩大水源满足社会生活和生产的需要,城市水资源不仅仅局限于淡水,还包括海水利用、废水回用等。全球广义水资源总量为 145 万亿 m^3 ;其中除去海水、冰川、深层高矿化地下水外,可开发利用的且逐年更新的淡水(即狭义的水资源),其总量为 47 万亿 m^3 ,约占总水量的 0.03%。狭义水资源中,在一定技术经济条件下,可以为人们取用的那一部分水量则更少。

我国水资源并不丰富。淡水资源总量虽然仅次于巴西、前苏联、加拿大、美国、印度尼西亚,居世界第 6 位,但人均占有量很低,约 2 420 m^3 ,只相当于世界人均占有量的 1/4.8。全国河川多年平均径流总量约 26 300 亿 m^3 。其中地下水资源补给量约 7 700 亿 m^3 。由于地表水和地下水都来自降水,既密切联系又相互转化,扣除其重复部分,初步估算全国水资源总量约 27 200 亿 m^3 ,其中可用总水量(扣除无人居住区的水量)1.1 万亿~1.2 万亿 m^3 ,占水资源总量的 40%~45%。而实际总用水量仅 7 000 亿 m^3 左右,利用率约 60%。在这 7 000 亿 m^3 水中,由于水源污染,实际可用的清洁水资源总量仅仅 4 000 亿 m^3 左右,即约有 3 000 亿 m^3 水受到污染(按年污水总排放量为 368 亿 m^3 计,将使 3 000 亿 m^3 水量受到不同程度的污染)。据 1990 年估计,我国总用水量(包括农业、工业等)已达 4 800 亿 m^3 左右,水资源已供不应求。若不严格控制水源污染并合理使用水资源,预计到 2005 年,缺水将达 60% 左右。对这一严重情况必须予以充分注意。

目前,我国水源污染相当严重。据 1988 年统计,全国污水排放量达 368 亿 m^3 ,有机物排放量(以 COD 计)约 760 亿 t。经对 532 条河流的监测,已有 436 条河流受到不同程度的污染,占所监测河流的 80%。经对 27 个城市地下水的监测表明,绝大多数受到污染,总硬度、硝酸盐、亚硝酸盐大都超标,部分城市地下水中氯离子含量也升高。水源污染是许多城市相继出现水荒的重要原因之一。目前,我国缺水城市达 300 多个,严重缺水的城市约 40 个。预计 2000 年,全国污水排放总量可达 1 000 亿 m^3 左右。若不采取有效措施,水源污染以及所带来的城市缺水现象将更加严重。

我国淡水资源不仅人均量少,且时空分布很不均匀。东南地区年降水量高的可达 1 600 mm,西北地区只有 500 mm 左右,少的地区不到 200 mm。我国各地降水量年际差别也很悬殊,丰水年与枯水年降水量之比,南方地区为 1.5~3 倍,北方地区为 3~6 倍。降水量的年内差别也很大。我国大部分地区全年 60%~80% 的降水量都集中在夏秋季 3~4 个月内。因而,我国北方地区的水资源短缺问题显得更为突出。

为解决水资源紧缺问题,一是要合理开发和利用水资源,二是要节约用水;三是要防治水源污染。

合理开发和利用水资源的首要环节是全面规划。各地区各流域应根据当地水资源状况来规划或调整经济发展结构。另外,要实行计划供水、定额用水,并将地表水、地下水和受污染水统一开发利用,防止地表水源枯竭、地下水位下降,切实做到水资源的合理开发、综合利用,保护水源,科学管理。

我国许多地区水资源紧缺的一个重要原因是浪费。在一般人的观念中,水是一种廉价的、取之不尽、用之不竭的资源,故水资源浪费现象普遍存在。在我国总用水量中,农业用水约占 70%,工业用水约占 21%,城市生活用水仅占 5% 左右。因此,节约用水的重点

是农业和工业。而在城市中,节约工业用水则是重点。因为工业用水不仅是城市用水大户,而且是水源污染的主要原因。当前,我国节约工业用水还是卓有成效的。据 40 个城市统计,1984~1985 年两年节约水量约 11 亿 m^3 ,几乎都是工业用水。节约用水的方法很多,例如制定各行业用水定额,减少单位产品用水量;改革设备和生产工艺;一水多用,提高水的重复利用率,等等,都是行之有效的方法。工业用水中约 70% 是冷却用水。冷却水在使用过程中水温提高,只需作降温处理即可再用。近几十年来,不少国家均在积极研究废水再用技术。废水再用包括:废水在工厂内部进行再用;废水经过适当处理后直接用于农业灌溉、工业、娱乐及地下水回灌等。

废水经过深度处理可提供生活洗涤等高质量水,有的几乎能达到饮用水的水质标准。总之,应根据不同用水对象和水质要求,对废水采取不同方法和工艺进行处理,包括物理、化学和生物处理方法等。目前,我国在废水和污水再用方面也初见成效,例如大连、青岛、北京、天津等城市污水经处理后再回用的试验研究均卓有成效,有的已投入使用。

1.3 取水工程概况

30 多年来,我国给水事业有了较大的发展,新建和扩建了一大批大、中、小型给水工程,广大从事给水技术的工作者,在取水工程建设中,如河道水文测量、水文计算综合利用、选择取水构筑物的位置、确定取水形式以及对取水河段的整治等方面,积累了不少实践经验,已经能够掌握并承担对于冶金、化工、石油、火力发电厂等工业企业和城市联合供水系统的大型取水工程。如武钢二号水源泵房,设计总水量为 $45.5 \text{ m}^3/\text{s}$,设计前进行水工模型试验,设计中经多方案的技术经济比较,采用两个相同规模的河床式取水构筑物,生产运行效果良好。

在取水技术上也有新的发展。如固定式取水构筑物,当江河含沙量较高、泥沙颗粒粗、河流取水点有足够的水深时,采用斜管或斜板取水头部;在中小型山区河流上,采用浮筒活动式和升降式取水头部,在取得较好的水质、去除粗颗粒泥沙以及减少水泵叶轮磨损等方面,获得了一定的效果。

在水位变化幅度大的江河中,采用湿井泵房和淹没式泵房,选用立式水泵代替卧式水泵等措施,有效地减少了建筑面积和基建投资。

在移动式取水构筑物中,如中南地区浮船取水,采用带活动钢引桥的摇臂接头和电动铰锚技术,比一般摇臂式接头和手动铰锚技术具有操作管理方便等优点。目前单船取水能力已达到 $20 \text{ 万} \sim 30 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。在西北高寒山区的河道上,采用浮船取水技术也取得一定效果。在山区浅水河流中,活动低坝式取水,采用橡皮坝、水力自动翻板闸和浮体闸等方式,具有构造简单、使用方便等优点。

北方地区,在取水构筑物的防冰絮和冰压技术方面,如进水格栅,采用管道通蒸汽加热、格栅表面搪橡胶材料、空气鼓泡、斗槽取水等技术措施,都有较好的防冰效果。

在取水工程结构设计和施工方面,也有较多革新。如水位变化幅度大的深基泵房底板,采用锚杆嵌固技术处理,对于泵房稳定和减薄底板厚度起了重要作用,有的中小型取水泵房,采用薄壁瓶式竖井泵房,将基础嵌入岩石一定深度,可克服泵房筒体的浮力,减少

薄井筒壁厚和底板厚度。河床式取水头部,东北地区采用淹没式钢丝网水泥船形式,施工比一般钢筋混凝土沉箱结构简便,可省去拖船和浮吊等设备。以上结构形式,均具有技术较先进、节省投资、材料消耗低、施工周期短和使用安全等优点。

在机械化、自动化和信息系统的现代化技术上,也有所发展和进步。如在水泵机组、真空引水装置、闸门启闭等方面,已由现场手动控制方式逐渐向集中控制、远距离控制和自动控制过渡。如采用真空引水装置、水泵机组,根据水厂逐渐向集中控制、远距离控制和自动控制过渡,根据水厂水池水位采用逻辑自动控制、无线电遥控机远距离控制系统,缓闭逆止阀、水泵出水水力阀门自动启闭装置、同步水力阀门开关器和电磁四通阀等设备的研制和使用,都为取水泵房自动控制创造了有利的条件。还有水泵调速在生产上的使用、可控硅串级和液力耦合调速装置的研制,也已取得了进展。

总之,取水工程虽取得一定成就,但还远远不能适应工农业生产发展和人民生活用水的需要,今后随着我国国民经济建设的发展,科学技术的进步,科学管理水平的提高,必将对给水工程提出更高的要求和技术标准,有待从事给水排水专业技术研究的科技人员继续努力,更好地为我国实现四个现代化服务。

1.4 移动式取水构筑物概况

在我国不少地区,尤其是地表雨量充沛的西南、中南地区,大小河流的中上游,流量变化悬殊,水位变化幅度大,而且陡涨陡落,变化速度很快。表 1-1 为我国部分河流的水位变化情况。由表可见,这些河流的水位变化幅度均在 10~20m,不少地区超过 30m。为了安全可靠地为工农业生产和城镇居民提供充足的水源,这些地区的取水泵站,不仅投资大,而且安装检修和运行管理条件很差。随着社会的进步,经济的发展,取水工程日益重要,且高变幅水库工程日益增多,为了节省投资和改善工作条件,采用移动式取水泵站可以很好地解决此类问题。

移动式取水构筑物包括浮船和缆车。其在我国中南和西南地区采用较多,不仅大量用于工矿企业和城市给水,而且还普遍用于农田灌溉。

移动式取水构筑物之所以被广泛采用,是和这些地区的特定条件有关的。

(1)取水点水位涨落幅度很大,一般都在 10m 以上,如果选用固定式取水构筑物,则因取水泵房筒体高大而使工程量及投资都较多,而采用移动式取水构筑物投资较少。

(2)在取水点附近河岸及河床均为岩石组成,如果建造固定式取水构筑物,需开挖大量土石方,而且施工困难,基建投资也会大大增加。但采用移动式取水构筑物,则水下工程量较少,施工简便,投资较少。

(3)在河流水文资料不全或是河槽不稳定的地段,作为临时给水水源时,采用移动式取水构筑物能显示出它机动灵活的优越性。

与固定式取水构筑物相比,移动式取水构筑物的缺点有:

(1)操作管理不便,每逢水位涨落,需要经常更换接头及移动位置。尤其在汛期水位涨落频繁的季节,这种不便更加突出。

(2)安全性相对较差,易受洪水、风浪的威胁。此外,航运及水中漂浮物对其也有一定

的影响。

表 1-1 我国部分河流的水位变化情况

河流名称	$P=1\%$ 的 洪水位(m)	$P=97\%$ 的 枯水位(m)	水位变化 幅度(m)	说 明
长江(重庆)	204.78	171.45	33.33	每小时水位涨幅为 2m
长江(宜昌)	55.50	38.30	17.20	
长江(武昌)	27.17	10.32	16.80	
长江(黄石)	25.80	8.21	17.59	泥沙粒径 0.05~0.001mm 的占 89%
沱江(白马)	307.00	284.90	22.10	
釜溪河(自贡)	286.70	272.00	14.70	
金沙江(龙街)	943.21	926.76	16.45	北碚测站
金沙江(屏山)	295.71	279.35	16.36	
白龙江(王家院子)	499.50	483.50	16.00	
嘉陵江(重庆)	214.00	176.79	37.21	漂浮物多、泥沙多 洪峰多、历时短
来水(鲤鱼江)	138.00	126.24	11.76	
湘江(株洲)	44.20	29.95	14.25	
资水(金竹山)	183.62	168.24	15.38	
黄河(龙门)	385.83	371.84	13.99	
太子河(本溪)	159.28	150.00	9.28	
邕江(南宁)	77.58	60.88	16.70	汛期漂浮物多
郁江(南宁)	81.15	61.27	19.88	
龙江(河池)	206.80	181.40	25.40	
柳江(柳州)	103.24	80.86	22.38	
北江(韶关)	48.50	39.19	9.31	

移动式取水构筑物应根据取水量、水质要求、取水河段的水文特征、河床岸边地形和地质条件选择,同时还必须考虑到取水构筑物的技术要求和施工条件,经过技术经济综合比较后确定,其特点和适用条件见表 1-2。

移动式取水构筑物可以分为:浮船式和缆车式。

(1)浮船式。按水泵安装位置分,有上承式和下承式;按接头形式分,有阶梯式连接、摇臂式连接、带活动钢引桥的摇臂式连接及综合式;按船体材料分,有木船、钢丝网水泥船(钢筋混凝土船)和钢船。

(2)缆车式。按坡道形式分,有斜坡式、斜桥式、斜坡式+斜桥式。

表 1-2 移动式取水构筑物的特点和适用条件

类型	工程示意图	特点	适用条件
缆车式		(1) 泵车可随河水 位变化作上、下移动 (2) 施工简单, 水下 工程量小 (3) 比浮船稳定, 能 适应较大风浪 (4) 泵车内面积和 空间小, 操作条件差 (5) 泵车移动困难, 水位涨落后需更换接 头, 安全供水性较差	(1) 适用于水位变幅 在 10 ~ 35m, 涨落速度 不大于 2m/h 的河段 (2) 适用于河水丰富, 冬季无流冰, 夏季漂浮 物较少的河段 (3) 适用于河床稳定, 河道顺直, 主流靠岸的 河段 (4) 适用于倾角 10° ~ 25°, 岸足稳定, 河岸 河床工程地质条件好的 河段
浮船式		(1) 船体结构简单, 便于移动 (2) 工程用材料少, 投资小, 无复杂的水 下工程, 施工简便、上 马快 (3) 在河流水文和 河床易变化的情况 下, 有较强的适应性 (4) 船体随水位而 涨落, 可取到含沙量 较小的上层水 (5) 船体维修养护 频繁, 供水安全性差	(1) 适用于水位变化 在 8 ~ 35m, 变速不大于 2m/h, 枯水期水深大于 1.5m, 水流平稳、风浪 较小, 停泊条件良好的 河段 (2) 适用于河床较稳 定, 岸边有适宜倾角的 河段 (3) 适用于河水中杂 草等漂浮物较少的河段 (4) 适用于冬季冰水 分层的河段

1.5 已建缆车式、浮船式取水构筑物简况

我国已建缆车式取水构筑物简况, 见表 1-3; 已建浮船式取水构筑物简况见表 1-4。

表 1-3

已建缆车式取水构筑物简况

序号	水源	设计取水量 (万 m ³ /d)	取水设备 能力 (万 m ³ /d)	泵车 部数 (台)	水泵 (台)	水泵 型号	每台设备 容量(kW)	泵车长×宽 及面积(m ²)	水位变幅 (m)	坡道形式
1	长江(重庆)	13.75	19.37	2	2	20Sh-9	520	6.05×3.59=21.7	33.75	斜坡式
2	长江(重庆)	12.70	17.63	2	2	20Sh-9A 20Sh-9B	380 及 310	8×6.5=52	33.75	斜坡式
3	嘉陵江(重庆)	7.20	7.68	2	2	12Sh-9	190	7.1×5.5=39.05	27.17	斜坡式
4	嘉陵江(重庆)	3.0	5.435	1	3	12Sh-6A	260	3×7.1=56.8	28.93	斜坡式
5	岷江(宜宾)		4.839	2	2	20Sh-13	310	6×4.5=27	17	斜坡式
6	长江(沙市)	3.48	9.12	3	3	12Sh-13 型 1 台 16HH 型 2 台	75	3.2×3=9.6	12.45	斜坡式
7	长江(武汉)	10.0	17.0	2	3	OEM 型 2 台 26 英寸离心泵 1 台		6.4×5.8=37.2 6.4×4.5=28.8	19.65	斜坡式
8	长江(武汉)	0.8	0.8	1	2	125TSC150×Ⅲ	40	3.5×4.5=15.8	19.65	斜坡式
9	长江(武汉)	0.4	0.4	1	1	14Sh-28	75	3.55×5.8=20.59	19.65	斜坡式
10	长江(武汉)	0.6	1.2	1	2	口式	28	3.06×4=12.3	19.65	斜坡式
11	长江(武汉)	0.6	0.6	1	2	8BA-18		4.35×5.2=22.7	19.65	斜坡式
12	长江(武汉)	0.58	0.58	1	2		14 及 28	3.11×4.22=18.1	19.65	斜坡式
13	长江(武汉)		3.8	1	2	4BA-12 型 1 台 4BA-8 型 1 台	55	4.5×4.85=21.8	19.65	斜坡式
14	长江(九江)		3.8		3	12Sh-19		3.88×6.18=25.7	14.5	斜坡式
15	浏阳河(长沙)	6.48	6.48	1	2			5.6×4.2=23.52	9.6	斜坡式
16	长江(九江)	0.30	1.2	1	2	16IH-H	28	4.4×5.05=22.2	14.5	斜坡式
17	隔河岸(清江)	7.95		2	4	8BA-12A			20.1	斜坡式
18	小沙湾(黄河)	25.92		2	4				25	斜坡式+斜桥式
19	大禹渡(黄河)	51.84		6	12				12	斜坡式
20	中条山(黄河)	6.0		2	4	14Sh-6 14Sh-6B	710kW 550kW	9×7.5=67.5	70	斜坡式+斜桥式

续表 1-3

序号	水源	倾角		泵车净高 (m)	轨距 (m)	叉管 高差 (m)	接管 直径 (mm)	接管形式	泵车移动一次		卷扬机规格 (t)	投产时间 (年)
		度	分						人数	时间 (h)		
1	长江(重庆)	16	51		2.8	2.0	1 000	刚性连接	8	0.8~3	15(电动)	1930
2	长江(重庆)	16	00		6.0	1.5	1 000	伸缩节活接头	8	2~6	15(电动)	1960
3	嘉陵江(重庆)	27	51	4.0	4.0	2.7	500	橡胶软管	4~5	1~2	10(电动)	1959
4	嘉陵江(重庆)	25	35	4.0	4.0	2.5	500	橡胶软管	4~6	0.6~1	10(手动)	1958
5	岷江(宜宾)	14	6		1.5	1.5	500	套筒旋转接头	5	1.5~2	8(电动)	1959
6	长江(沙市)	26 30 27 30 28 30		2.5	1.7	2.0	500	伸缩节接头	8	3	(手动)	1952, 1958
7	长江(武汉)	11 19		4.5	4.0	2.0	2×700	伸缩节接头	4	1~2	8(电动)	1956
8	长江(武汉)	12 20		2.65	2.55	0.95	200	伸缩加软管	2	0.5~1	5(电动)	1957
9	长江(武汉)	18 25		2.8	2.5	1.64	300, 200	橡胶软管	4	1~2	6(手动)	1934
10	长江(武汉)	20 00		2.2	2.0	0.96	200	伸缩节接头	3~4	4	手轮绞盘	1922
11	长江(武汉)	24 55		2.84	1.9	0.85	200	橡胶软管		2	手动或电动	1934
12	长江(武汉)	23 55		2.5	1.51		150	橡胶软管		2	电动	1963
13	长江(武汉)	9 28		3.0	3.0	1.0	2×300	橡胶软管			3(手动)	1963
14	长江(武汉)	10 00		2.03	1.84	1.2	300, 250	橡胶软管		5~7	5(手动)	1954 扩建
15	浏阳河(长沙)	14 00		2.1	3.6	1.5	2×500	刚性连接		2	5(手动)	1956
16	长江(九江)	13 00		2.3	2.43		150	橡胶软管		2	5(手动)	1939
17	隔河岸(清江)							刚性连接				
18	小沙湾(黄河)							刚性连接				
19	大禹渡(黄河)							刚性连接				
20	中条山(黄河)	21 48		4.5	4.0	5.02	500	刚性连接				2000

表 1-4

已建浮船式取水构筑物简况

水源	设计 取水量 (万 m ³ /d)	涨速 (m/h)	水位 变幅 (m)	浮 船						取水设备			输电 线路	锚固 设施	移 船		
				数量 (只)	长 (m)	宽 (m)	吃水 (m)	干舷 (m)	排水量 (t)	水泵 型号	台 数	电动机 (kW)			人数	时间 (h)	方法
长江			35.5	1	15	6	1	0.5	77	8Д6	1	380	8	岸边 系锚	8		人工
嘉陵江	2.1		30.5	1	21	6	0.7	0.8	75	8ДБ 12Д9	2 1	380	10	岸边 系锚	10	3~4	人工
沱江	2.5		18.35	1	21	6	0.7	0.8	18	10Д-9	3	380		岸边 系锚			
嘉陵江	3.0	1	30.5	1 1	10	5	0.7	0.3	305	8DA-9 10DA-8	5 1 2	380	5	岸边 系锚	5	0.5~1	绞盘
长江	8.5		35.0	1	20	7	0.75	0.75	90	10Д-6	3	380	6~7	岸边 系锚	6~7	1	人工
长江	3.9		20.0	1	28	5	1.2	0.8	145	卧式	2	380	15~16	岸边 系锚	15~16	1	人工
长江	4.3		22.5	1	18	7.7	0.7	0.8	85	12Д-6A	2	6×10 ³	8	岸边 系锚	8	1~2	人工
沱江	5.7	2	12.02	1	21.8	6.6	0.55	0.95	67	12Д-13	3	380	14	岸边 系锚	14		
嘉陵江	7.6	1	30.17	3	12.6	6	0.3	0.9	3×19	12Д-6	3	6×10 ³					
汉江	19		19.0	2	16.5 15.9	9.4 8.2								船艉 锚及 岸边 系锚			
汉江	20		19.0	3	14.0 15.9 17.5	8.0 8.1 8.8	0.6					380	7~8		7~8	3	绞盘

续表 1-4

水源	设计 取水量 (万 m ³ /d)	流速 (m/h)	水位 变幅 (m)	连络管			输水斜管				运行时 平衡情况	投产时间 (年·月)	说 明
				管径 (mm)	材料	长度 (m)	接头	管径 (mm)	材料	坡度 (°)	叉管 高差		
长江			35.5	200	钢	4	球形	200	钢	25~60		1962.7	
嘉陵江	2.1		30.5	250	钢		球形	350				1959.2	
沱江	2.5		18.35	200	钢	18	套筒	400	钢	19.5		1961.5	
嘉陵江	3.0	1	30.5	250	钢	7.54	球形	350		25~30	1.96 1.37	1955	
长江	8.5		35.0	250	橡胶	12~18	球形	450	钢	50~60	1~2	1959	双联络管
长江	3.9		20.0	450	钢	9	球形	600	钢	26	3	1958	
长江	4.3		22.5	300	钢	15	套筒	400	钢	19.5~40	1.5~2	1957	双联络管与 双输水管
沱江	5.7	2	12.02	450	钢	13	套筒	900	钢	18	2	1956.7	两只木船 并船而成
嘉陵江	7.6	1	30.17	200		6	球形	350	铸铁, 钢	15~31	1.3~1.5	1961.12	
汉江	19		19.0	400	钢	7.2	球形	450 750	铸铁	30		1953	设计水量 按全部取 水设备计
汉江	20		19.0	400 600	铸铁	18	球形	500 700	铸铁			1916~1934	设计水量系 统生产能力

2 移动式泵站取水特征

2.1 影响取水的主要因素

河流中水的流态与修建在江河中的取水构筑物有着互相作用、互相影响的关系。如河流的径流变化、河床演变、冰冻影响与河水水质、河床地质与地形等因素,对于取水构筑物的正常工作条件及其安全可靠性有着决定性的影响;而取水构筑物的设置也经常引起河流自然状态的改变,反过来又影响取水构筑物本身及与航运、水上浮筏等有关的国民经济部门。因此,全面考虑从河流中取水的条件,对于给水水源选择、构筑物形式、施工和安全运行,具有重要的意义。影响取水的主要因素有下列几点。

2.1.1 取水河段径流特征

江河水位、流量和流速等径流特征值的变化规律是河流特征之一,也是河流其他水文变化特征现象产生的重要基础。径流变化规律是考虑取水工程设施的重要依据。我国某些地区,特别是山区河流水文特征较为复杂,如长江支流的四川釜溪河丰枯流量相差非常悬殊,最大流量为 $4\,000\text{m}^3/\text{s}$,而枯水流量仅为 $0.59\text{m}^3/\text{s}$,两者相差竟达6 770倍。又如长江重庆段,洪、枯水位差历史上最大达33.3m,一次洪水上涨高度曾达23.56m,历时13天;一日洪水最大上涨高度为9.93m,一小时洪水最大上涨高度为2.0m。因此,河道中的流速变化很大。在这种情况下确定水源时,首先应根据河道的特征值判断该河流作为给水水源的可能性,并且考虑建设水源工程所应采取的措施。还有辽河流域本溪地区的太子河,最大洪峰流量为 $14\,300\text{m}^3/\text{s}$,枯水期最小流量仅 $1.31\text{m}^3/\text{s}$,丰枯水量两者相差竟达10 916倍。因此,在这种河流中要进行大量取水时,只能采用筑低坝的蓄水方案,才能保证取水量。所以,确定取水构筑物的位置、形式、尺寸和高程等,都有赖于对各种径流特征值的分析。同时与水文资料中的泥沙分布和河床演变也有着直接的关系。

影响河流径流的因素很多,情况十分复杂,同一条河流每年的径流特征值各不相同,设计取水构筑物时,应按各种特征值出现可能性的大小,即频率(或保证率)进行考虑。在取水工程中,常常由于洪、枯水位频率计算或水位调查不正确,而发生在特大洪水时淹没和冲毁取水构筑物的现象;枯水位时则使进水窗口露出水面,出现取水量不足,更严重的有时根本取不上水,只得重新修建水源工程。在正常条件下,取水构筑物的设计频率应根据1974年国家建设管理委员会颁发的《室外给水工程设计规范》,并参照1984年水利电力部颁发的《火力发电厂设计技术规程》来确定。

通常为了取得一定保证率的各种径流特征值,应根据河道径流的长期观测资料,用数理统计的方法计算或进行调查研究分析确定。一般取水工程设计中比较重要的径流特征值,如最小流量、最低水位及流冰的各种特殊值多属非畅流期的河道径流情况,应特别重