

铁力市呼兰河拦河工程方案探究

张宏涵

黑龙江农垦勘测设计研究院有限公司，黑龙江哈尔滨，150040；

摘要：铁力市境内河流相对较少，呼兰河流经铁力市内，修建拦河坝可在不影响行洪安全前提下，引呼兰河水进市区，建成后可以形成贯穿市区、水面宽广的人工动态湖，将水、公园有机的结合起来，是幸福河湖的展现。因此，对该工程方案进行探究，有非常重要的理论意义和实际意义。

关键词：铁力市呼兰河；拦河坝；幸福河湖；工程方案

DOI：10.69979/3060-8767.25.03.042

1 工程基本概述及气象

铁力市呼兰河橡胶坝工程位于铁力市西大桥下游 110 米处。地理坐标东经 $127^{\circ}38'20'' \sim 129^{\circ}24'10''$ ，北纬 $46^{\circ}28'40'' \sim 47^{\circ}27'30''$ 。行政区划分隶属于伊春地区。

呼兰河是松花江左岸一级支流，总面积为 35683km² (含肇兰新河)，约占松花江流域面积的 6.56%。

呼兰河东部和东北部被小兴安岭及其余脉所围绕，由于山脉气流的抬升作用，降水量由东向西递减，平均降水量东部为 700mm 左右，西部为 500mm 左右。气候湿润，西部较为干旱，降水量年际变化大。降水年内分配极不均匀，一般多集中在 7-8 月份，约占全年的 50% 左右，而春季 4、5 月份降水较少，只占全年的 10% 左右。

2 铁力市呼兰河橡胶坝拦河工程方案探究的意义与建设必要性

2.1 探究意义

橡胶坝建设对铁力市生活景观水系影响深远，通过该工程可将呼兰河水引至铁力市内，形成美丽的水文景观，大大提升人民群众生活幸福感。

方案布置主要有坝址选择、坝型选择。坝址不同，对工程造价、地质适宜性、河流流态均有着不同程度影响；坝型不同，对运行适宜性、生态性、耐久性、工程造价均有影响。故研究拦河坝方案意义重大。

2.2 建设必要性

铁力市呼兰河段内拟建橡胶坝一座，建成后可以形成贯穿市区、水面宽广的人工动态湖，将水、公园有机的结合起来。本工程自身溢流水幕的形成可成为铁力市新的旅游景观，让游客感受到流光溢彩、动静结合的别致效果。同时可减少河滩沙地裸露面积，抑制市区沙尘天气的发生，改善区域小气候。建坝也将增加水体在市

区内河段的滞留时间，从而增强了河流的光照作用，延长河水净化时间从而改善城区河段水环境。

建设橡胶坝，对铁力市呼兰河段区域生态环境大大改善，同时将构筑成一道独特的水利景观，充分体现了水利事业服务于民、造福于民的行业宗旨，对促进当地社会和谐及经济发展作出突出贡献，铁力市呼兰河橡胶坝工程的建设实施，是十分必要的。

3 工程设计标准

根据《橡胶坝工程技术规范》(GB/T 50979-2014) 规定，橡胶坝的等别，应根据其工程规模、橡胶坝坝高、坝长综合确定，本工程等别及建筑物级别确定如下：

①按坝上溢流流量划分，本工程过流流量 84.40m³/s (引用第五章水力计算成果)，根据拦河水闸工程等级划分标准，本工程对应等别为 IV 等，规模为小 (1) 型，永久性水工建筑物级别为 4 级。

②按坝高、坝长并参考国内已建橡胶坝工程，本工程对应等别为 IV 等，规模为小 (1) 型，永久性水工建筑物级别为 4 级。

综上所述：确定本工程对应等别为 IV 等，规模为小 (1) 型。永久性水工建筑物 (包括橡胶坝坝体、消力池、上下游翼墙) 级别为 4 级，临时建筑物 (围堰等) 为 5 级。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017)，设计标准为 10 年一遇洪水设计，30 年一遇洪水校核。

4 坝型方案选择

(1) 橡胶坝与其他坝型比较

根据河道地形、地质条件，四种堰坝布置型式——橡胶坝、钢闸门坝、翻板门坝和溢流堰均是当前皆为成熟的坝型，在技术上均是可行的。

①橡胶坝优缺点：

橡胶坝的优点是：坝袋制造工厂化、安装简单、工期短，施工方便，不需浇筑过多闸墩；造价低廉、节省钢材、木材、水泥；不阻水、能保持河道泄流断面、泄流能力大；操作灵活、管理方便；有较好的抗冲击性能；橡胶坝不需要配备闸门、启闭设备，便于操作管理，投资较水闸小；橡胶坝坝型美观，色泽艳丽，将成为铁力市一道新的风景点。橡胶坝的缺点是：坝袋易老化、耐久性较差。

②翻板闸优缺点：

翻板闸的优点是：运行方便，翻板门可随着水位的升降自动开启闸门；工程土建投资增加不大，运行成本节省。主要缺点：在遭遇大洪水时，翻板门有阻水作用，相应增加河道行洪的危险性；施工工期较长，翻板坝闸门由厂家制作运输至项目区运输量较大且运距较长，造成闸门投资较大。

③溢流堰优缺点：

溢流堰的优点：维修费用较低，耐久性较好，运行管理方便，不需要太高的运行调度管理水平。主要缺点：投资较高，施工工期较长；容易造成河道淤积，需要另行修建冲沙闸；混凝土等工程量较大，工程投资较高；溢流堰抬高了过流断面底高程，缩小了行洪断面，使两岸堤防高程太高，不利于河道行洪安全。

经过经济技术比较：方案一河道底宽为 160 米，方案二河道底宽为 140 米，均属于大跨度低水头大坝工程，所以适宜采用橡胶坝。

坝袋的充坝介质应按运用要求、工作条件经技术经济比较后确定。

(2) 充水式与充气式比较：

橡胶坝在实际运用中基本上以充水式和充气式为主，采用水气混合的很少。我国的橡胶坝多为充水式，至今已建成约千余座。从工程经验角度考虑充水式优于充气式。

充气式橡胶坝对于坝袋强度制造工艺要求高，安装要求比充水式高，运行管理水平要求高。充水式橡胶坝对于坝袋制造、安装、强度及运行管理要求较低。在充水橡胶坝方面，我国已形成了具有自己特色的橡胶坝设计制造运行管理技术，满足我国发展橡胶坝的需求。从施工强度、运行管理等角度考虑充水式优于充气式。

综上所述，本次设计采用充水式橡胶坝。

5 坝址方案选择

根据本橡胶坝壅水高程、壅水位置、景观作用的要求。其中壅水高程为 203.50m，规范要求坝袋高度不超

过 5.0m，故不可选下游位置过远河段作为坝址；壅水水面位置在铁力市公园附近，故坝址应选在铁力公园下游；铁力市西大桥附近人口密集，人流较大，在西大桥附近设置橡胶坝，形成景观构成铁力市一道亮丽的风景线；另根据河道水流条件，拟定坝址为两处：方案一：铁力市西大桥下游 110m 处；方案二：铁力市西大桥下游 900m 处。

现从以下几个方面论述：

(1) 从水流条件考虑：方案一河床较为顺直，水流流态较好；方案二位于河床稍有弯曲，右岸为凹岸，水流流态较差。

(2) 从地质角度考虑：方案一与方案二地层岩性无较大差别，河床地质均为级配良好细砾，地基承载力较高，均满足建坝要求，但由于渗透系数较大，均需要进行基础防渗处理。

(3) 从施工角度考虑：由于方案一较方案二离公路大桥及市区较近，从施工、交通、供水供电、运行管理等因素上优于方案二。

(4) 从淹地角度考虑：由于方案一与方案二之间存在基本农田耕地，若橡胶坝位于方案二，不可避免将淹没部分耕地，具体淹没占地面积为 666.75 m²。故从淹没占地因素考虑，方案一优于方案二。

(5) 从景观角度考虑：若橡胶坝布设于方案一所选位置，行经铁力市公路大桥的游人宾客，将对橡胶坝所形成的独特水利景观一览无余，充分体会铁力市的水利景观魅力。

(6) 从工程投资考虑：方案一工程概算工程部分投资 1692.29 万元。方案二工程概算工程部分投资 1673.58 万元，占地补偿投资 3.5 万元。从投资角度看：方案一与方案二工程投资相差不大。

结论：经多方比选，从水文、施工、景观、淹地等方面考虑方案一优于方案二，从投资方面考虑方案一与方案二投资相差不大。考虑橡胶坝景观作用最为突出，故本次设计推荐方案一为最优方案。

6 过流计算

根据调洪计算成果，对应各频率的特征水位及流量见下表：

频率	特征水位及流量表	
	Q (m ³ /s)	H (m)
10%	687	205.494
3.33%	1120	206.835

经水文水利计算，设计过堰流量为 687m³/s、校核过堰流量为 1120m³/s。公式采用《橡胶坝工程技术规范》附 A 中公式进行计算：

6.1 橡胶坝坝顶溢流计算

①流量系数 m：

流量系数采用双锚固充水橡胶坝计算公式

$$m_2 = 0.6130 + 0.0913 \frac{h_1}{H} + 0.0951 \frac{H_0}{H} + 0.0037 \frac{h_2}{H}$$

$$\frac{H}{H_1} = 0.2127 - 0.2533 \frac{h_1}{H_1} + 0.7053 \frac{H_0}{H_1} + 0.1088 \frac{h_2}{H_1}$$

式中：H₀—坝袋内压水头（m）；

H—运行时坝袋充胀的实际坝高（m）；

h₁—坝上游水深（m）；

h₂—坝下游水深（m）。

②坝顶溢流流量计算：

$$Q = \sigma \varepsilon m B \sqrt{2gh_0^3/2}$$

式中：B—溢流断面的平均宽度（m）；

Q—过坝流量，m³/s；

h₀=计入行近流速水头的堰顶水头（m）；

m—流量系数，0.39；

σ—淹没系数，1.0；

ε—侧收缩系数，0.967。

计算成果见下表

过流水深及过流流量表

上游水深 H	过流流量 Q	上游水深 H	过流流量 Q
m	(m ³ /s)	m	(m ³ /s)
2.55	57.57	2.60	66.24
2.65	75.33	2.70	84.40

6.2 橡胶坝坝顶泄流计算（按宽顶堰计算）

$$Q = \sigma \varepsilon m B \sqrt{2gh_0^3/2}$$

式中：B—溢流断面的平均宽度（m）；

Q—过坝流量，m³/s；

h₀=计入行近流速水头的堰顶水头（m）；

m—流量系数，0.34；

σ—淹没系数，1.0；

ε—侧收缩系数，0.967。

经计算，塌坝后，设计水位时可通过流量 Q=1014.72m³/s，实际需要过流量为 687m³/s，满足设计泄量；校核水位时可通过流量 Q=1674.38m³/s，实际需要过流量为 1120m³/s，满足设计泄量。

6.3 橡胶坝底板顶高程的选择

根据测量资料，现状河床底高程为 199.70m—202.20m，平均高程约 201.00m，经过比较，橡胶坝底板顶高程定为 201.00 不仅能够满足橡胶坝坝体与老河道上下游平顺连接，而且明显节省投资。

如果采用溢流坝底高程 201.00m，橡胶坝底板建在级配良好细砾基础上，地基承载力较高，适合建坝。

综合考虑，拟定橡胶坝底板顶高程为 201.00m。

7 结语

通过对呼兰河拦河坝坝型及坝址的方案进行分析评价，提出了合理的拦河坝坝址及坝型。经过技术经济分析，坝址选择为方案一：铁力市西大桥下游 110m 处；该坝址从水流条件、地质角度、施工角度、淹地角度、景观角度考、工程投资均最优。坝型选择为橡胶坝，该方案减少了拦河坝孔数，增大净宽利于行洪；造价低廉、节省钢材、木材、水泥等建筑材料；便于操作管理，投资较水闸小；橡胶坝坝型美观，色泽艳丽。

参考文献

- [1] 申胜斌，孙振全，庞红伟，田建新楔块锚固枕式橡胶坝施工技术[J]. 黄河水利职业技术学院学报，2003，(04)
- [2] 高本虎. 橡胶坝工程技术指南[M]. 北京：中国水利水电出版社，2004.
- [3] 牛志荣. 地基处理技术及工程应用 M. 北京：中国建筑工业出版社，2004..
- [4] 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252）.
- [5] 《橡胶坝工程技术规范》（GB/T 50979）.
- [6] 《防洪标准》（GB50201）.
- [7] 王水生. 橡胶坝技术及应用. 河海大学出版社，2007.

作者简介：张宏涵，1988 年 6 月，男，汉族，本科，黑龙江省，高级工程师，水利工程，水利工程设计工作。