

丹锡高速公路克什克腾至承德联络线
(G1611) 冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥

防洪评价报告

(报批稿)

建设单位：河北承克高速公路有限公司

编制单位：河北浩川工程设计有限公司

编制日期：2023 年 07 月

丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）

冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥

防洪评价报告

批 准：何书会

核 准：李 会

审 定：杨彦军

审 查：牛彦辉

校 核：宋红亮

项目负责人：杨彦军 宋红亮

参 加 人 员：韩亚坤 杨佳宁 王 鑫 鲁东阳

王明磊 申 雪 仝 腾

资 信 等 级：甲 级

资质证书编号：甲 032020010209

防洪评价主要成果简表

项目名称	丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段		
所在水系	滦河流域		
位置描述	搬尾巴河营子东北方向，河道桩号 K34+573		
建设项目基本情况	建设项目立项情况	已取得项目可行性研究报告的批复（冀发改基础[2022]61号）	
	建设项目防洪标准	100年一遇	
	总体布置	拟建桥梁全长 457m，桥梁中心桩号 K2+318，共 4 联，桥跨布置型式为 4×30+4×30+3×40+3×30m。上部结构采用预应力混凝土（后张）T 梁，先简支后连续；下部结构 0 号桥台采用肋板台，14 号桥台采用柱式台，9 号桥墩采用实体墩，其余桥墩采用柱式墩，圆柱墩墩柱直径为 1.8m、2.2m，桩基直径为 2m、2.4m；河道内一组桥墩（9#桥墩），为实体墩，桥墩横向宽 8m，纵向厚 2.6m，迎水侧、背水侧为圆弧形，墩台下设承台，墩台采用桩基础，承台尺寸 9.6×7×3m，桩基直径 1.8m；桥梁与河道交角为 90°，同组桥墩呈一线布置，轴线与水流方向平行。设计最低梁底高程 1366.43m。河道管理范围内一组桥墩（9#桥墩），承台顶高程 1331.23m，位于现状河底以下 4.21m。桥面设有排水孔，排水孔避开了河道管理范围。	
河道主要指标	河道防洪标准	10年一遇	
分析计算主要成果	计算标准	10年一遇	100年一遇
	设计流量（m³/s）	139.33	262.89
	设计洪水位(m)	1336.86	1337.29
	阻水比(%)	4.8	4.6
	流速增幅（%）	4.6	4.9
	壅水高度(m)	0.03	0.05
	壅水长度(m)	11.7	18.7
	冲刷深度（m）	3.42	4.69
消除和减轻影响措施	（1）建议桥梁施工完成后，恢复河道原貌。 （2）桥梁施工前应编制详细的施工方案，并将方案报河道主管部门审批，保证河道防洪安全。		

目 录

1 概述	1
1.1 项目建设背景	1
1.2 评价依据	5
1.3 防洪影响分析范围	6
1.4 技术路线及工作内容	7
1.5 评价标准	19
2 基本情况	20
2.1 建设项目基本情况	20
2.2 区域防洪基本情况	28
2.3 现有水利工程及其他设施情况	30
2.4 水利规划及实施安排	30
3 河道演变	31
4 防洪评价分析与计算	32
4.1 设计洪水分析	32
4.2 设计洪水位	35
4.3 壅水分析	36
4.4 冲刷淤积计算	36
4.5 建设项目防洪安全分析	38
5 防洪综合评价	40

5.1 建设项目与有关规划符合性评价	40
5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价	40
5.3 建设项目对河道行洪的影响评价	43
5.4 建设项目对河势稳定的影响评价	43
5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价	43
5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价	43
5.7 建设项目施工期影响评价	44
5.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价	44
6 消除和减轻影响措施	46
6.1 建设项目消除和减轻影响的措施	46
6.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析	47
7 结论与建议	48
7.1 防洪综合评价主要结论	48
7.2 消除和减轻影响措施的结论	49
7.3 建议	49

前 言

丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段项目起点位于塞罕坝机械林场营林区河口（内蒙古界五间房营林区河口）冀蒙界，此处为承德市、锡林郭勒盟、赤峰市三市交界处，与克承高速（内蒙段）相接，向东南经过御道口牧场、御道口镇、城子乡、牌楼镇、半截塔，终点位于围场县北侧，与大广高速围场支线终点相接。路线全长 106.657km。

项目沿线跨越吐力根河、撅尾巴河、小滦河、伊逊河及其支流等多条河流，根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等国家法律法规，应对该工程进行防洪评价工作。项目跨越撅尾巴河下游 0.9km 为冀蒙省界，根据水利部 1997 年发布的《关于海河流域河道管理范围内建设项目审查权限的通知》，撅尾巴河跨越工程由水利部海河水利委员会实施管理、审查并发放建设项目同意书，本次报告内容仅对撅尾巴河跨河工程进行防洪评价。

受河北承克高速公路有限公司委托，河北浩川工程设计有限公司（以下简称“我公司”）承担了该工程的防洪评价工作。接到任务后，我公司随即组建了项目组，迅速展开了工作。首先，对项目区进行了现场查勘和资料搜集，在掌握基本资料的前提下，依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）等有关文件和技术规范，对桥梁所处河段的设计洪水进行了分析，推算了设计洪水位，计算了相应的壅水高度及影响范围。在分析计算的基础上，评价项目布置的合理性，对项目防洪安全进行评价；最后提出对项目建设方案的调整意见及减轻项目对河道行洪产生不利影响的对策与措施，在此基础上编制完成了《丹锡高速公路克什

克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥防洪评价报告》（送审稿）。2023 年 6 月 20 日，水利部海河水利委员会在承德市围场县组织召开了审查会。会后根据专家审查意见，我对报告进行了修改和补充完善，形成最终报告。

注：本报告采用高程系统为 1985 国家高程基准，坐标系统采用国家 2000 坐标系。

1 概述

1.1 项目建设背景

1.1.1 项目建设的必要性与意义

2013 年 5 月，《国家公路网规划（2013 年-2030 年）》获得国务院批准，G1611（克什克腾旗—承德）作为 G16（丹东至锡林浩特）的连接线被纳入国高网中。G1611 在承德市境内约 200 公里。项目建成后，将成为内蒙中部进京、津与出海一条便捷的通道；同时将形成北京至围场坝上景区的旅游高速，加快承德市扶贫开发战略，促进承德市坝上旅游资源开发和沿线地方社会经济发展；也是融入“一带一路”中蒙俄经济走廊带建设，实施西部大开发等国家战略的重要举措。

项目所在的承德市，环绕京津，面向辽蒙，具有优越的交通区位条件以及丰富的旅游、矿产、林业和畜牧业资源，近年来，随着“一带一路”中蒙俄经济走廊带建设、国家西部大开发、振兴东北、环渤海经济圈建设等战略决策的实施，区域经济发展呈现出迅猛增长的势头，经济发展潜力较大。根据规划，我省将加快构筑环首都绿色经济圈。承德市以休闲旅游、钒钛特钢、清洁能源、新型材料、现代农业为重点，建设国际旅游城市和国家钒钛制品基地。然而，交通条件相对落后对区域经济发展的制约作用也日渐凸显，特别是项目影响区域内缺乏交通大动脉。围场县旅游资源丰富，拥有塞罕坝国家级森林公园、红松洼国家级草原自然保护区等著名旅游景点。以上景区对外联系道路普遍级别较低，未来难以适应旅游业快速发展的要求。

克承高速内蒙段经棚至乌兰布统段已开工建设，目前项目进展顺利，目前已通车。2016 年 G510 一级公路多伦段已经全线通车。本项目作为连接克承高速内蒙段至克什克腾旗、锡林浩特，连接 G510 至多伦县、乌兰察布市，两条重要的冀蒙省际通道的控制性工程，项目的建设迫在眉睫。

1.1.2 项目名称及建设单位

建设项目名称：丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段工程

建设单位：河北承克高速公路有限公司

1.1.3 建设项目总体情况

线路起于塞罕坝机械林场营林区河口冀蒙界，接克承高速内蒙段，向南经塞罕坝机械林场、御道口牧场、御道口镇、城子镇、牌楼乡、半截塔镇、道坝子乡、龙头山镇，于围场县城北与大广高速围场支线伊逊河大桥终点处相接，路线全长 106.657km。线路地理位置图见图 1.1-1。

项目采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 100km/h，路基宽度 26m，桥涵设计的汽车荷载等级采用公路—I 级。主线共设特大桥 7484m/4 座（双幅下同），大桥 9904.5m/26 座，中桥 570m/8 座，小桥 64m/2 座；涵洞 115 道；隧道 6367.5m/6 座；分离式立交 2624m/4 座，通道 94 道，天桥 7 座；设置互通式立交 5 处，均为服务型互通，互通共设置桥梁（主线）914m/5 座；匝道跨线桥 881.5m/6 座；设服务区 2 处、停车区 1 处；匝道收费站 5 处，养护工区 3 处，监控分中心 1 处、隧道管理站 2 处。

1.1.4 项目前期工作概况

2022 年 1 月，中国公路工程咨询集团有限公司、中交远洲交通科技集团有限公司编制完成了《丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段工程可行性研究报告》，并完成专家评审。2022 年 1 月 14 日，河北省发展和改革委员会以冀发改基础[2022]61 号对项目可行性研究报告进行了批复。

2022 年 5 月，中国公路工程咨询集团有限公司、中交远洲交通科技集团有限公司完成了《丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段工程初步设计报告》，并完成专家评审。2022 年 9 月 15 日，中华人民共和国交通运输部交公路函[2022]451 号对项目初步设计进行了批复。

1.1.5 防洪评价的必要性

根据国家计委、水利部《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（水政[1992]7 号），对于河道管理范围内建设项目，应进行防洪评价，编制防洪评价报告。

根据《中华人民共和国防洪法》第三章第二十七条：“建设跨河、穿河、穿堤、临河的桥梁、码头、道路、渡口、管道、缆线、取水、排水等工程设施，应当符合防洪标准、岸线规划、航运要求和其他技术要求，不得危害堤防安全，影响河势稳定、妨碍行洪畅通；其工程建设方案未经有关水行政主管部门根据前述防洪要求审查同意的，建设单位不得开工建设。前款工程设施需要占用河道、湖泊管理范围内土地，跨越河道、湖泊空间或者穿越河床的，建设单位应当经有关水行政主管部门对该工程设施建设的

位置和界限审查批准后，方可依法办理开工手续；安排施工时，应当按照水行政主管部门审查批准的位置和界限进行。”

综上所述，编制《丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥防洪评价报告》是必要的。

1.1.6 防洪评价报告编制情况

（1）委托单位及评价报告编制单位

委托单位：河北承克高速公路有限公司

设计单位：中交远洲交通科技集团有限公司

评价单位：河北浩川工程设计有限公司

（2）评价报告编制工作情况

本工程为非防洪设施建设项目，按照《中华人民共和国河道管理条例》《中华人民共和国防洪法》等法律法规的要求，应开展防洪评价。工程沿线跨越吐力根河、撅尾巴河、小滦河、伊逊河及其支流等多条河流，其中吐力根河为河北省、内蒙古自治区界河，撅尾巴河跨越位置处于冀蒙省界上下游 10km 河段，根据工程跨越位置及河道管理权限，吐力根河、撅尾巴河跨越工程防洪评价由水利部海河委员会审批，其余河流跨河工程防洪评价由承德市行政审批局审批。2017 年，内蒙古经乌高速公路管理有限责任公司向海河水利委员会报审吐力根河桥梁的建设方案，海委以“海许可决[2017]34 号”文做出批复，故本次不再对吐力根河大桥进行评价。

受河北承克高速公路有限公司委托，我公司承担了本项目的防洪评价工作。接到任务后，我公司立即组建项目组，着手收集项目设计资料及河

道相关资料，查勘现场并测量了河道纵、横断面，对桥梁所处河段的设计洪水进行了分析，推算了设计洪水位，计算了相应的壅水高度、壅水影响范围及冲刷深度。在分析计算的基础上，评价项目布置的合理性，对项目建设对河道行洪的影响及项目自身防洪安全进行评价；最后提出工程评价意见及消除与减轻影响的措施。期间与建设单位、设计单位进行多次沟通与交流，于2023年5月编制完成了《丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥防洪评价报告》（送审稿）。

1.2 评价依据

1.2.1 法律法规及相关规定

- （1）《中华人民共和国水法》（2016年7月2日修正）；
- （2）《中华人民共和国防洪法》（2016年7月2日修正）；
- （3）《中华人民共和国河道管理条例》（2017年3月1日修正）；
- （4）《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（2017年修正）；
- （5）《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》（海建管[2013]33号）；
- （6）《关于海河流域河道管理范围内建设项目审查权限的通知》（水管[1997]128号）。

1.2.2 技术规范、规程和技术标准

- （1）《防洪标准》（GB50201-2014）；
- （2）《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）；
- （3）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；
- （4）《公路工程水文勘测设计规范》（JTGC30-2015）；

- (5) 《公路桥涵设计通用规范》(JTGD60-2015)；
- (6) 《铁路工程水文勘测设计规范》(TB10017—2021)；
- (7) 《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》(SL/T808-2021)。

1.2.3 规划文件、技术文件及设计报告

- (1) 《滦河水系防洪规划》，河北省水利水电勘测设计研究院，2008 年；
- (2) 《围城满族蒙古族自治县撅尾巴河河道管理范围划定方案》，承德市水利水电勘测设计院，2020 年；
- (3) 《承德水文图集》，河北滦平水务局编汇，1989 年；
- (4) 《河北省暴雨等值线图》，河北省水文水资源勘测局，2004 年；
- (5) 撅尾巴大桥桥型布置图和桥位平面图；
- (6) 项目地质勘测资料；
- (7) 2022 年 6 月实测河道纵、横断面及其他相关资料。

1.3 防洪影响分析范围

撅尾巴河大桥跨河位置处于河北省、内蒙古自治区省界上下游 10km 河段，本报告仅针对由水利部海河水利委员会实施管理、审查的撅尾巴河大桥进行防洪评价，防洪影响分析河道为撅尾巴河。撅尾巴河已划定河道管理范围，跨越位置河道管理范围宽度 60m，本项目桥梁跨越河道下游约 0.9km 为冀蒙省界，上游 1.2km 有小支沟汇入。本次撅尾巴河评价分析范围横向为河道管理范围边线，纵向为小支沟汇入后至冀蒙省界。

1.4 技术路线及工作内容

1.4.1 技术路线

本次防洪评价遵循了以下技术路线：

（1）力求评价符合客观实际，重视第一手资料。本次评价全面收集和利用已有的实测资料，包括建设项目可研、初设阶段的设计成果及工程位置附近河道地形、地质、水文、洪水位、河道形态、河床质、历史洪水调查资料等，对基础资料进行了复核，使评价工作建立在客观实际的基础上。

（2）根据河段特点和建设项目与河道防洪、行洪可能的相互影响程度，选择适宜的评价方法，以满足目标和评价精度为准则，选用了目前技术比较成熟的水力学分析计算方法。对于撇尾巴河，采用恒定非均匀流方法计算洪水位、流速等数据，综合确定跨越位置处水位等成果。据此计算跨越处的冲刷深度。对计算数据进行分析，评价设计方案的可行性，得出结论、推荐意见和建议。

（3）在评价过程中全面分析建设项目与河道防洪、行洪的相互影响，同时根据建设项目的特点，协调工程防洪与河道防洪、行洪之间的关系。通过对比工程附近河段建设项目修建前后洪水的流势、流态，分析评价建设项目对河道行洪影响程度及河道洪水对拟建工程的影响。评价工作做到定性与定量相结合，最终提出系统、具体的对策与措施。

1.4.2 工作内容

为了科学全面地对建设项目进行防洪影响评价，在现场踏勘的基础上，结合项目场地附近的水文、地形、地质及环境等资料，依据建设项目的基

本情况和所在河系的防洪要求，以及所采用的技术路线，编写了具体的工作计划，确定了工作内容如下：

（1）基础资料收集与整理

收集建设项目相关设计文件、图纸，计算范围内河道的有关规划、地形资料、断面资料、水文、地质及环境等资料。

（2）野外调查

在已收集到的防洪规划、水文、地质等资料的基础上，详细调查项目建设用地及其周边一定范围的地形地貌和历史洪水调查。

（3）内业计算分析

根据所采用的技术路线，利用相关计算方法进行防洪评价的计算与分析工作。根据建设项目的基本情况、所在河系防洪要求、防洪评价计算成果等，分析建设项目对河道行洪、河势稳定、河岸堤防等水利设施的影响以及分析洪水对建设项目的影晌，提出合理化措施和建议。

（4）编制防洪评价报告，提出评价结论与建议

依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》所要求的内容及深度，根据防洪评价计算结果，客观公正地进行分析，编制防洪评价报告，提出防治与补救措施、评价结论及建议。

1.4.3 计算方法

1.4.3.1 设计洪水

搬尾巴河没有实测洪水资料，设计洪水采用暴雨途径推求，其计算方法采用《河北省中小流域暴雨洪水图集》中的方法（简称“省图集法”）、《承

德水文图集》（1989 年）中的合理化公式、推理公式一、推理公式二等。

（1）省图集法

由暴雨途径间接推算设计洪水，包括设计暴雨、产流计算和汇流计算三个环节。

①设计暴雨

设计暴雨即推求设计暴雨历时内的面暴雨过程，包括设计暴雨历时确定，设计暴雨历时内不同时段的设计暴雨量，设计雨型选择和设计面暴雨过程推求几个环节。

设计暴雨历时依据流域面积的大小和计算需要综合确定，一般对于流域面积较大而应用“省图集法”计算设计洪水的河流，其设计暴雨历时采用 3d；而面积较小应用推理公式法计算洪峰流量的河流，其设计暴雨历时采用 24h。

鉴于计算河流流域内雨量站较少，尤其是缺少短历时暴雨资料，经分析，流域设计点暴雨计算采用已经通过审查并与全国拼图后的《河北省设计暴雨图集》（2004 年河北省水文水资源勘测局）中的暴雨等值线图进行查算，根据各河流流域所在的位置，从暴雨特征值等值线图上查取 1h、6h、24h 及 3d 暴雨的均值 H_0 及变差系数 C_v 值，计算不同重现期的点暴雨量，按暴雨点面折减系数求出相应面雨量。

②产流计算

产流计算即设计净雨计算。包括设计次暴雨净雨深的计算、扣损方法的确定和净雨过程推求。

推求次暴雨净雨深即由设计次暴雨量查暴雨径流关系得到。次暴雨量～径流关系仍采用《图集》中的成果，该成果系依据 80 年代以前实测雨洪资料分析绘制，为了分析其合理性，将包括“96.8”洪水资料在内的 420 场

补充雨洪点据点绘于原图上，发现点线配合较好，说明原成果是合理的。

③汇流计算

目前流域汇流计算常用的方法是对于较大一些的流域采用等流时线法和单位线法，对于流域面积小于 300km² 河流，多采用推理公式法。

推理公式法是由暴雨推求设计洪水的主要方法之一，分设计暴雨、产流、汇流等多个环节，其中引入设计雨型并采用初损后损法和平均损失率法计算设计净雨过程。公式形式如下：

$$Q_m = 0.278 \frac{h_\tau}{\tau} F$$
$$\tau = 0.278 \frac{L}{V_\tau}$$
$$V_\tau = m J^{1/3} Q_m^{1/4}$$

式中： h_τ ——单一洪峰的净雨(mm)；

Q_m ——洪峰流量(m³/s)；

τ ——流域汇流时间(h)；

F ——流域面积(km²)；

L ——沿主河道从出口断面至分水岭最远点的距离(km)；

J ——沿流程 L 的平均比降（以小数计）；

m ——综合汇流参数。

m 值为流域综合汇流参数，除了流域的自然地理因素外，还包括了与计算洪峰流量有关的公式中未能反映的其它因素。解析式如下：

$$\begin{aligned} \text{当 } \theta \leq 40 \text{ 时, } m &= 0.84\theta^{0.083} \\ \text{当 } \theta > 40 \text{ 时, } m &= 0.46\theta^{0.246} \end{aligned} \quad \theta = \frac{L}{J^{1/3}}$$

(2) 《承德水文图集》——合理化公式法

依据 1989 年《承德水文图集》中的合理化公式计算，公式如下：

$$Q_{1\%} = 0.278 (i - \mu) F$$

$$i = \frac{S_p}{\tau^n}$$

$$\mu = x S_p^y$$

式中： $Q_{1\%}$ ——100 年一遇洪峰流量， m^3/s ；

0.278——单位换算系数；

i ——暴雨强度， mm/h ；

μ ——产流历时内平均入渗率， mm/h ；

F ——流域面积， km^2 ；

S_p ——设计频率的雨力， mm/h ；

τ ——汇流时间， h ，可由经验公式计算， $\tau = H(\frac{L}{J^{1/2}})^B$ 式中 H 、 B 由汇流分区表查出，详见承德水文图集；

n ——暴雨递减指数；

x 、 y ——系数、指数，由承德水文图集查得；

L ——自分水岭沿主河道至出口断面的流程， km ；

J ——沿 L 的加权平均纵坡降。

(3) 《承德水文图集》——推理公式一

依据 1989 年《承德水文图集》中的推理公式一计算，公式如下：

$$Q_{1\%} = 0.278 \left(\frac{S_p}{\tau^n} - \mu \right) F$$

$$\mu = (1 - n) n^{\frac{n}{1-n}} \left(\frac{S_p}{h_R^n} \right)^{\frac{1}{1-n}}$$

上式中符号意义同合理化公式。

h_R 为 100 年一遇 24h 暴雨的面雨量产生的径流深，可由产流分区表中的暴雨～径流关系查用表查出。

(4) 《承德水文图集》——推理公式二

依据 1989 年《承德水文图集》中的推理公式二计算，公式如下：

$$Q_{1\%} = 0.278 \frac{\psi \cdot Sp}{\tau^n} F$$

$$\psi = 1 - \frac{\mu}{Sp} \tau^n \quad (t_c \geq \tau)$$

$$\psi = n \left(\frac{t_c}{\tau} \right)^{1-n} \quad (t_c < \tau)$$

$$\tau = \tau_0 \psi^{\frac{1}{4-n}}$$

$$\tau_0 = \frac{0.278^{\frac{3}{4-n}}}{\left(\frac{mJ^{1/3}}{L} \right)^{\frac{4}{4-n}} (SpF)^{\frac{1}{4-n}}}$$

$$m = A \left(\frac{L}{J^{1/3}} \right)^B$$

$$t_c = \left[(1-n) \frac{Sp}{\mu} \right]^{1/n}$$

式中： $Q_{1\%}$ ——100 年一遇设计洪峰流量(m^3/s)；

0.278 ——单位换算系数；

ψ ——洪峰径流系数；

Sp ——雨力（ mm/h ）；

τ ——汇流时间(h)；

τ_0 —— $\psi=1$ 时的汇流时间(h)；

n ——暴雨递减指数；

F ——流域面积(km^2)；

μ ——产流历时内平均入渗率（ mm/h ）；

L ——沿主河道从出口断面至分水岭最远点的距离(km)；

J ——河道坡度（‰）；

A 、 B 由洪峰流量推算公式分区参数表查得。

1.4.3.2 洪水位分析计算方法

为了分析工程建设对河道行洪的影响，需要分析确定项目与河道交叉断面位置的洪水位、流势流态等水力要素。工程河段洪水位推算采用恒定非均匀流水面线法。

天然河道水面线法主要理论依据是伯努力能量守恒方程式，从下游断面向上游断面逐段推算水位，最终得出整个河段的水面线。其基本方程式形式如下：

$$Z_2 = Z_1 + h_f + h_j + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{Q^2 \Delta L}{K^2}$$

$$h_j = \xi \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

式中：

Z_1 、 Z_2 ——下游断面、上游断面的水位(m)；

$\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}$ 、 $\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$ ——下游断面、上游断面的流速水头(m)；

V_1 、 V_2 ——下游断面、上游断面平均流速(m/s)；

h_j ——上、下游断面之间局部水头损失(m)；

h_f ——上、下游断面之间沿程水头损失(m)；

ΔL ——上、下游断面的间距 (m) ；

α ——动能改正系数；

K ——上、下游断面平均流量模数。

上式推算河段水面线时，包括计算河段的选取，横断面位置的布置，糙率的选择和起推断面水位流量关系的确定几个方面。

1.4.3.3 壅水计算

由于桥墩压缩了天然河道行洪断面，将在公路以上形成壅水，为了分析公路修建与河道行洪的相互影响，需计算桥前壅水高度和壅水长度，本次采用以下方法计算，然后经综合分析后合理选用。壅水计算包括壅水高度和长度计算两部分内容。

(1) 壅水高度计算

1) 《中国工程师手册》中的壅水计算法

《中国工程师手册》水利类(上)中壅水高度计算公式形式如下：

$$\Delta Z = \frac{\alpha}{2g} \left[\left(\frac{Q}{\mu A_2} \right)^2 - \left(\frac{Q}{A_1} \right)^2 \right]$$

式中 ΔZ —建筑物前最大壅水高度(m)；

Q —设计流量(m³/s)；

μ —系数，与墩形状有关，圆弧形桥墩值 $\mu=0.92$ ；

A_2 —桥梁布置后过水断面面积(m²)；

A_1 —最高壅水位对应天然河道断面面积(m²)；

α —动能校正系数。

2) 《铁路工程水文勘测设计规范》中的壅水计算法

《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017—2021）中的计算公式：

$$\Delta Z = \eta \left(\overline{V}_m^2 - \overline{V}_o^2 \right)$$

式中 ΔZ —桥前最大壅水高度(m);

$\bar{V}_m$ —建筑物建成后通过设计流量时断面平均流速(m/s);

$\bar{V}_o$ —天然河道断面平均流速(m/s);

η —与建筑物阻断流量(过水断面面积比)有关的系数。

(2) 壅水长度计算

$$L = 2 \frac{\Delta Z}{I}$$

式中 L ——壅水长度 (m) ;

ΔZ ——最大壅水高度 (m) ;

I ——桥址河段天然水面坡度 (以小数计)。

1.4.3.4 冲刷计算

桥梁墩台冲刷分为一般冲刷和局部冲刷两部分。在复核基础稳定性时,应根据桥位河段情况,取其不利组合作为复核依据。本次冲刷计算采用《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30-2015)中推荐的冲刷计算公式。

(1) 非粘性土河床的一般冲刷

1)河槽部分

采用 64-1 修正式

$$h_p = \left[\frac{A_d \frac{Q_2}{\mu B_{cj}} \left(\frac{h_{cm}}{h_{cq}} \right)^{\frac{5}{3}}}{Ed^{\frac{1}{6}}} \right]^{\frac{3}{5}}$$

$$Q_2 = \frac{Q_c}{Q_c + Q_{t1}} Q_p$$

$$A_d = \left(\frac{\sqrt{B_z}}{H_z} \right)^{0.15}$$

式中： h_p ——桥下一般冲刷后的最大水深（m）；

Q_p ——设计流量（m³/s）；

Q_2 ——桥下河槽部分通过的设计流量（m³/s），当河槽能扩宽至全桥时取用 Q_p ；

Q_c ——天然状态下河槽部分通过的设计流量（m³/s）；

Q_{t1} ——天然状态下河滩部分通过的设计流量（m³/s）；

B_{cj} ——河槽部分桥孔过水净宽（m），当桥下河槽能扩宽至全桥时取用全桥桥孔过水净宽；

h_{cq} ——桥下河槽平均水深（m）；

$\overline{d_c}$ ——河槽泥沙平均粒径（mm）；

A_d ——单宽流量集中系数，山前变迁、游荡、宽滩河段当 $A_d > 1.8$ 时， A_d 值可采用 1.8；

B_z ——造床流量下的河槽宽度（m），对复式河床可取平滩水位时的河槽宽度；

H_z ——造床流量下的河槽平均水深（m），对复式河床可取平滩水位时的河槽平均水深；

E ——与汛期含沙量有关的系数，可按下表的规定取值。

表 2.3-2

E 系数表

含沙量 p (kg/m ³)	<1.0	1~10	>10
E	0.46	0.66	0.86

注：表中含沙量采用历年汛期月最大含沙量平均值

采用该公式计算一般冲刷深度时，一般冲刷后墩前行近流速按以下公式计算：

$$V = E\bar{d}^{1/6}h_p^{2/3}$$

（2）非粘性土河床桥墩局部冲刷

采用 65-1 修正式

$$\text{当 } v \leq v_0 \text{ 时: } h_p = K_\xi K_{\eta 1} B_1^{0.6} (v - v_0')$$

$$\text{当 } v > v_0 \text{ 时: } h_p = K_\xi K_{\eta 1} B_1^{0.6} (v - v_0') \left(\frac{v - v_0'}{v_0 - v_0'} \right)^{n_1}$$

$$v_0 = 0.0246 \left(\frac{h_p}{d} \right)^{0.14} \sqrt{332\bar{d} + \frac{10 + h_p}{\bar{d}^{0.72}}}$$

$$K_{\eta 1} = 0.8 \left(\frac{1}{\bar{d}^{0.45}} + \frac{1}{\bar{d}^{0.15}} \right)$$

$$v_0' = 0.462 \left(\frac{\bar{d}}{B_1} \right)^{0.06} v_0$$

$$n_1 = \left(\frac{v_0}{v} \right)^{0.25\bar{d}^{0.19}}$$

式中： $K_{\eta 1}$ ——河床颗粒影响系数；

n_1 ——指数；

v_0 ——河床泥沙起动流速（m/s）。

1.4.3.5 允许最低梁底高程计算

为了分析确定跨河桥梁梁底高程是否满足河道行洪及自身防洪安全的要求，需要计算跨河桥梁的允许最低梁底高程，根据《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015），计算公式为：

$$H_{\min} = H_p + \Sigma \Delta h + \Delta h_j$$

式中： $H_{\min}$ ——桥梁底板最低高程（m）；

H_p ——设计最高洪水位（m）；

$\Sigma \Delta h$ ——根据河流的具体情况，酌情考虑壅水、浪高、河流两岸高差等诸因素的组合（m）；

Δh_j ——桥下净空安全值（m）。

浪高依据《公路桥位勘测设计规范》（JTJ062-2002）中的公式进行计算：

$$h_b = \frac{2.3 \times 0.13 th \left[0.7 \left(\frac{g \bar{h}}{\bar{V}_w^2} \right)^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 \left(\frac{g D}{\bar{V}_w^2} \right)^{0.45}}{0.13 th \left[0.7 \left(\frac{g \bar{h}}{\bar{V}_w^2} \right)^{0.7} \right]} \right\}}{\frac{g}{\bar{V}_w^2}}$$

式中： h_b ——波浪高度（m）；

th ——双曲正切函数；

V_w ——风速，水面上 10m 高度多年测得的洪水期间自计 2min 平均最大风速的平均值（m/s）。

$$\bar{V}_w = \frac{\bar{V}_{w0} - 0.80}{0.88}$$

$\bar{V}_{w0}$ ——水面上 10m 高度处多年测得的洪水期间自计 10min 平均最大风速的平均值（m/s）；

$\bar{h}$ ——沿浪程的平均水深（m）；

D ——计算浪程（m）。

桥下浪高可取计算浪高的三分之二。

关于桥下壅水高度 ΔZ 一般可取桥前最大壅水高度的一半。当河床坚实不易冲刷时，可采用桥前最大壅水高度；当河床松软易于冲刷时，桥下壅水高度可以不计。

因此，允许最低梁底高程由设计洪水位、壅水高度、风浪高、桥下净空等参数确定。

1.5 评价标准

河道标准：根据撅尾巴河管理范围划定方案，确定交叉位置河道防洪标准为 10 年一遇。

桥梁标准：本项目公路等级为高速公路，撅尾巴河跨河工程设计桥长 450m，为大桥，跨径布置为 $4\times 30+4\times 30+3\times 40+3\times 30\text{m}$ ，根据《防洪标准》及高速公路行业标准，确定桥梁防洪标准为 100 年一遇。

综上，本次采用 10 年及 100 年一遇两个洪水标准进行分析评价。

2 基本情况

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 撅尾巴大桥设计方案

丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段项目采用双向四车道高速公路标准建设，设计速度 100km/h，路基宽度 26m，桥涵设计的汽车荷载等级采用公路—I 级，跨撅尾巴河桥梁设计洪水频率为 100 年一遇。

跨越位置：拟建项目在撅尾巴河营子东北方向跨越撅尾巴河，对应撅尾巴河河道桩号 K34+573。跨越位置属坝上高原风积沙丘地貌，地形起伏较大。现状基流河槽宽约 3~5m，深度 0.2~0.5m，河槽左右摆动，河道两岸为山体，无堤。撅尾巴河已划定河道管理范围，跨越位置河道管理范围宽度 60m。

与河道交角：桥梁与河道交叉角度 90°。

设计桥长：撅尾巴河大桥桥梁全长 457m，桥梁中心桩号 K2+318，北桥头起点中心坐标（4692838.715，491257.431），南桥头终点中心坐标（4692395.990，491182.407）。共 4 联，桥跨布置型式为 4×30+4×30+3×40+3×30m。根据撅尾巴河河道管理范围划定方案，撅尾巴河大桥自北向南第 9、10 跨位于撅尾巴河管理范围内，跨径均为 40m。

桥梁上、下部结构：桥梁上部结构采用预应力混凝土（后张）T 梁，先简支后连续；下部结构 0 号桥台采用肋板台，14 号桥台采用柱式台，9 号桥墩采用实体墩，其余桥墩采用柱式墩，墩台采用桩基础。圆柱墩墩柱直

径为 1.8m、2.2m，桩基直径为 2.0m、2.4m。9 号桥墩为实体墩，位于河道管理范围内，桥墩横向宽 8.0m，纵向厚 2.6m，迎水侧、背水侧为圆弧形，顺水流方向布置；承台尺寸为 $9.6 \times 7.0 \times 3.0\text{m}$ ，桩基直径 1.8m。桥台桩基直径为 1.4m、1.6m。

项目路线穿越塞罕坝自然保护区和御道口自然保护区，环境保护尤为重要，且撅尾巴河大桥南桥头为山体，若降低桥梁高程，会增加桥梁两端的挖方规模，对自然保护区不利，综合考虑后确定 9#桥墩采用实体墩。

设计梁底高程：自北向南桥梁设计梁底高程 1366.43~1376.54m，其中河道管理范围内设计梁底高程 1371.94~1373.29m。

桩基承台顶埋深：河道管理范围内仅布设了一组桥墩（9#桥墩），承台顶高程 1331.23m，位于现状河底以下 4.21m。

横断面：桥梁全宽 26m，为双向四车道，单幅桥面宽 12.75m，中央分隔带空隙 0.5m。横断面布置为 26m=外侧墙式护栏（0.525m）+机动车道（11.75m）+内侧墙式护栏（0.525m）+中分带（0.40m）+内侧墙式护栏（0.525m）+机动车道 11.75m）+外侧墙式护栏（0.525m）。

2.1.2 工程地质与水文地质

桥址区属风积沙丘地貌，地形起伏较大，地表高程 1334.48~1387.18m，地表覆盖层主要为第四系全新统风积及冲积粉细砂为主，下伏基岩为第三系汉诺坝组安山岩，工程地质条件较复杂。所处大地构造位置为内蒙地轴北缘和内蒙华立西晚期褶皱带南缘、多伦复背斜，处于阴山东西向复杂构造带和大兴安岭隆起褶皱带联合部位，属内蒙高原东南边缘弧的一部分，

区内主要构造线为北东向和北北东向，距离桥址区距离较远，对场地稳定性无影响。

桥址区地表水为撅尾巴河河水，流向自东向西，为季节性河流，勘察期间水深约 0.2~0.5m，河面宽 3~5m。地下水主要第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，补给来源主要为大气降水，大气蒸发和侧向径流为主要排泄途径。勘察期间地下水埋深 0.40~38.00m，水位季节性变化幅度 0.5~1.0m。

2.1.3 施工方案

桥梁施工主要包括基础施工、上部结构施工及附属设施施工，其中上、下部结构施工为关键环节。除 9 号墩位于河道管理范围内需要设置围堰施工外，其余均按常规做法施工。河道内桥梁承台、墩柱及盖梁施工避开汛期，以避免影响撅尾巴河行洪。

首先在征地红线范围内铺设施工便道、设置钢板桩围堰、修筑基础施工平台，进行桩基、承台和系梁施工；然后架设临时支架，进行墩柱和盖梁施工；然后待下部结构施工完成后，拆除围堰、基础施工平台和临时支架，采用架桥机架设主梁、施工护栏、铺装等附属设施；最后拆除临时设施、清除便道、恢复河道及地貌等。

主要施工顺序如下：

A.在征地红线范围内铺设施工便道，9 号墩处设置钢板桩围堰，修筑基础施工平台，打设钢护筒进行桩基钻孔灌注桩施工。钢板桩围堰尺寸为 10.0m×25.8m，深度为 11.50m，顶部要高出最高水位线 1m 以上。

B.进行承台清淤开挖。清淤深度 $H=\text{承台底埋深}+\text{混凝土垫层高度}$ 。清淤同时对钢板桩围堰进行支撑加固。

C.开挖完成后，先拔出桩基钢护筒，然后浇筑承台垫层混凝土。待混凝土强度满足规范要求后，进行桩基顶部清理、施工承台、桥墩。待桥墩顶部施工至原地面至少 1m 以上时，可将基坑回填。

D.在桥墩施工的同时，搭设中系梁、盖梁施工用临时支架。待桥墩完成后，拆除围堰、基础施工平台和临时支架。

E.采用架桥机吊装主梁，浇筑湿接缝，张拉预应力钢束，施工附属设施。

F.拆除临时设施、清除便道、恢复河道及地貌等。

搬尾巴河大桥施工作业将破坏地表植被，工程临近塞罕坝国家级自然保护区，植被生长对周边环境的影响较大，桥梁施工完成后需考虑植被恢复措施，施工作业范围植被恢复措施设计如下：

一、植被恢复工程技术措施

植被恢复工程技术措施的目的是为后期植被重建奠定基础，使桥下植被恢复原有样貌，进而达到可利用状态。施工前应分别将临时占地范围内的表层土壤进行剥离。

本工程建设区表土厚度一般在 30~50cm，施工单位在施工前应编制表土剥离、保护施工方案，施工中采用分层平移表土剥离法，施工机械采用挖掘机，挖掘时控制厚度，将能利用的表土全部剥离。根据作业条件及设备情况，在确定的剥离范围内，按条带状向一个方向逐步推进剥离，剥离厚度 30cm。表层土壤剥离后集中堆存于生产区空地内，土堆采用台体形堆土区长 10m、宽 3.7m，堆高不超过 3.0m，坡面要平整拍实，台体四周坡

角处用土袋挡护，土袋堆砌高、宽为 1m，土堆表面随时洒水，并覆以密目网遮盖。工程结束后，在植被恢复区先铺底土，再把原表土覆盖于破坏区表面，表土覆盖厚度根据剥离土方量和覆盖面积计算。施工结束后，施工作业区回覆表土，条带状分层均匀回覆。

二、植被恢复实施方案

本桥桥位处生态环境脆弱，在项目建设过程中，桥下原始植物被破坏。为了加速植被恢复进度，恢复效果得到最大程度的展现，结合项目区气候、水文条件和土壤条件，适时播种适合当地生存的植物，提高植物种的数量和覆盖面积，以加快植被恢复的进程。因此，在项目建设运营期，综合各项条件，采取植被重建措施对植被进行恢复。

1、植被恢复区土地整理

土地平整过程是桥下植被恢复的基础，建设项目临时占压，使原有的土地形态发生改变，可能造成土地的表层起伏不平，难以达到预期的土地利用方向，因此在植被恢复前，需要进行全面整地，及时平整地表的堆积物，清除杂草和石块等，用先进的松土机械深翻土壤 20cm，将永久占地内剥离的自然表土覆在其上。土地平整后，地面坡度不超过 25 度，生态功能主要以防风固沙和水土保持为主。

2、品种选择

项目区属于坝上内蒙古高原，植被多以杨树、榆树、山丁子树以及灌木为主。本方案建议采用当地原有品种作为植被恢复种植的主要植物种。

三、种植技术

1、植被设计

施工结束经过清理平整后，采取种草造林结合的方式恢复植被，草本均采用当地原有品种作为植被恢复种植的主要植物种。

2、种子种植技术

整地：全面机械整地，深 25~35cm，并施有机底肥。整地必须精细，要求地面平整，土块细碎，无杂草，墒情好。

种子处理：在播种之前，用农药拌种或用杀虫剂和保水剂等对种子进行丸衣化处理，以预防种子传播病虫害。播种时，经处理的种子与化肥按 1:0.5 的比例拌合。

播种技术：人工或机械播种，播种前要晒种 2~3 天，以打破休眠，提高发芽率和幼苗整齐度。播种深度，视土壤墒情和质地而定，土干宜深，土湿则浅，较壤土宜深，重粘土则浅，一般 1~2.5cm。在 6 月下旬至 7 月上旬播种，最好是雨后抢墒播种。

3、树木种植

（1）苗木质量要求：

- ①苗木质量为 DB 13/T 1035- 2009 二级以上合格苗木；
- ②出圃苗木必须经过检疫，有检验证、质量合格证和标签；
- ③苗木运输途中，必须保湿，通风和防止日晒。

（2）苗木规格

苗木植株健壮，苗干通直圆满，规格要求一致，枝条茁壮，组织充实木质化程度高。乔木树种主干明确，花灌木分枝均匀。

（3）苗木根系发达而完整，乔木树种苗木主根达到 30 厘米，有较多的侧根和须根，根系无劈裂。

(4) 针叶树种具有完整健壮的顶芽。

(5) 苗木无机械损伤，无病虫害，不失水，有旺盛的生命力。

(6) 供应商采购的所有苗木必须经森防及苗木检验机构现场查验是否合格及相关手续完备，有如下情况视为不合格苗木。

(7) 未经本地森防机构开据植物检疫要求书所调运的外来苗木。

(8) 来自国家林业局及内蒙古自治区公布的检疫对象疫区的苗木。森防及苗木检疫检验机构现场查验本车次有国家级和自治区级检疫对象的苗木。如发现自治区及国家规定检疫对象，根据自治区及国家相关规定就地销毁不得转运往它地。

4、造林模式

根据地块和周围环境、因地设置，不搞统一模式和标准，可因需设计株行距为 3×3m、4×4m、3×4m、近自然不规则造林模式。

5、整地

根据造林树种确定整地规格，采用机械穴状整地。

6、栽植技术

植苗前先回填 15~20cm 表层土壤后，再将苗木放入穴，带坨树种栽植时要割掉包装袋，保持土坨不散，在苗木根部四周下部垫入少量的土，使树木直立稳定。为防止植苗后灌水土塌树斜，应将苗木根部四周填土踏实，栽后立即灌水、浇透，使土壤吸足水分。

7、抚育设计抚育内容为浇水，采取拉水浇灌方式：次数为 3 次，栽植后连续浇水 2 次。

四、管护管理措施

1、补种

出苗后发现缺苗严重时，须采用补种措施补苗，补苗时须保证土壤水分充足。

2、病虫害管理.

病虫草害是草地建植与管理的天敌。对于采用多年生草种建植的草地来说，病虫草害控制更是建植初期管理的关键环节。因为多年生草种苗期生长非常缓慢，极易遭受病虫草害的侵袭，控制不好很可能造成建植失败。因此，苗期须十分重视病虫害控制。

3、植被恢复效果

为了保障草原植被恢复措施落到实处，应对植被恢复效果进行定期监测。监测内容主要有草原生产力水平、植被恢复情况等。相应管理机构应在牧草生长季每月观测 1 次。

2.1.4 实施安排

①工期安排

本项目计划于 2023 年 10 月开工，计划工期 8 个月。河道内桥梁承台、墩柱及盖梁在汛前施工完成。

②施工场地布置

非汛期桥梁施工期间，临时设施及材料的堆放场地，应在道路征地红线范围内。临时设施的布置、材料堆放、加工及临时生活设施，尽量集中布置，便于管理和水电供应。

③施工阶段的环境保护

对施工期间的生态、水质保护措施：在桥梁下部结构施工时，防止泥浆和油料等发生泄漏污染水体，防止泥土和散体施工材料阻塞河道。雨季施工时，采取水土保持措施，做好场地排水，保护河道的水流畅通。

施工期间环境空气保护措施：混凝土拌合站的站址尽量远离保护区，对拌合设备进行密封，对水泥、粉煤灰和石灰等散装物料的运输和临时存放，采取防风遮挡措施，减少扬尘对保护区的污染。

④施工场地恢复

施工完成后，废弃的水泥、砂浆、建材、油污及其它杂物装车运走，恢复河道，施工场地平整到原来的地貌形式。

2.2 区域防洪基本情况

2.2.1 自然地理与水文气象

2.2.1.1 自然地理

撅尾巴河大桥位于承德市围场满族蒙古族自治县御道口牧场对山口西约 0.6km 处，有机耕土路到达附近，交通较便利。

2.2.1.2 气象水文

桥址区属中温带向寒温带、半干旱向半湿润过渡的大陆性、季风型高原山地气候，年平均气温-1.5℃~4.8℃，极端低温-42.8℃，极端高温 38.9℃，无霜期 80~130 天。北靠内蒙高原，受高压控制影响较大，属大陆性季风气候，总的特点是春秋干旱多风，冬季干寒漫长，夏季短促雨量充沛，昼夜温差悬殊。年均气温 1.9℃，西部较东部略低。一月最冷，月均气温-18.6℃；

七月最热，月均气温 18.6℃。年平均湿度为 62%，多年平均年降雨量 454.7mm，降雨主要集中在 6~8 月，约占年降雨量 70%，主要表现为暴雨形式；日照时数 2900 小时以；全年平均风速 7.8m/s，极大平均风速 22.2m/s，极大风向为西北方向；标准冻土深度 2.0m。

2.2.1.3 河流水系

撅尾巴河为滦河二级支流，发源于围场满族蒙古族自治县千层板社区二龙泉，过二龙泉后为围场县与御道口牧场管理区界河，右岸为围场县机械林场管理范围，左岸为御道口牧场管理范围，至对山口出河北境，后于内蒙古自治区多伦县蔡木山乡铁公泡子村汇入吐力根河，吐力根河于内蒙古自治区多伦县大河口乡大河口村汇入滦河。撅尾巴河主河道全长 39km，围场县境内主河道长度 35.5km，其中围场县自管长度 3km，围场县、御道口牧场管理区共管河道长度 32.5km。撅尾巴河流域总面积 179km²，至对山口断面流域面积 174km²。撅尾巴河主河道平均纵坡 5.43‰，至对山口断面上游河道平均纵坡 5.5‰。

撅尾巴河干流流域地势北高南低，流域内植被保持非常好，滞洪能力显著，难以形成较大洪水，自然河槽蜿蜒流转，河槽狭窄，基流水槽宽度约 3~5m，常年径流宽度一般 10~28m。撅尾巴河流域未进行过综合治理，两岸人烟稀少，极少修建相关河道治理工程。经调查撅尾巴河流域未实施河道治理工程，且河道沿岸无紧邻河道的村庄、设施等建筑物。

本项目桥梁在河道桩号 K34+573 附近跨越撅尾巴河，跨越位置基流河槽宽度约 3~5m，深度约 0.2~0.5m，基流河槽内无桥墩；管道管理范围宽度

约 60m，河道管理范围内一组桥墩。河道右侧山体植被覆盖度高，左侧山体坡度较大，植被覆盖度稍低。河道管理范围内多为低矮灌木和草丛。

2.3 现有水利工程及其他设施情况

经与内蒙古自治区水利厅沟通，结合现场勘查，跨越位置下游约 2.5km 处有撅尾巴河水库。

撅尾巴河水库为小 2 型水库，位于内蒙古自治区多伦县撅尾巴河营子村北，已鉴定为 3 类病险水库，2019 年撅尾巴河水库已进行报废。

2.4 水利规划及实施安排

经与围场水务局、御道口牧场管理区农林水务局沟通，撅尾巴河进行了河道划界，无防洪整治、采砂等其他相关规划。

《围场满族蒙古族自治县撅尾巴河河道管理范围划定方案》（承德市水利水电勘测设计院，2020 年 11 月），确定撅尾巴河防洪标准为 10 年一遇，按照无堤防段河道划界方法开展划界工作，采用设计洪水淹没范围线来确定河道管理范围，考虑到围场满族蒙古族自治县塞罕坝林场为国家重点自然保护区，为有效保护河道沿岸滩涂、湿地及绿洲等自然环境，在考虑现状河道行洪能力的基础上，对必要河段进行相应扩展，来确定河道管理范围线。

本项目于河道桩号 K34+573 附近跨越撅尾巴河，跨越位置河道管理范围宽度 60m，两侧桥头均位于河道管理范围以外，其中左桥头距河道管理范围 130m，右桥头距河道管理范围 258m。

3 河道演变

撅尾巴河为滦河二级支流，发源于围场满族蒙古族自治县千层板社区二龙泉，过二龙泉后为围场县与御道口牧场管理区界河，右岸为围场县机械林场管理范围，左岸为御道口牧场管理范围，至对山口出河北境，后于内蒙古自治区多伦县蔡木山乡铁公泡子村汇入吐力根河，吐力根河于内蒙古自治区多伦县大河口乡大河口村汇入滦河。撅尾巴河主河道全长 39km，围场县境内主河道长度 35.5km，其中围场县自管长度 3km，围场县、御道口牧场管理区共管河道长度 32.5km。撅尾巴河流域总面积 179km²，至对山口断面流域面积 174km²。撅尾巴河主河道平均纵坡 5.43‰，至对山口断面上游河道平均纵坡 5.5‰。

根据历史影像图及现状查勘，跨越位置河道两侧均为山体，右侧现状植被覆盖度高；左侧山体坡度较大，植被覆盖度稍低。河道两侧为陡峭山体，植被覆盖较好，河道较为稳定。

通过分析 2013 年、2017 年和 2021 年基流河槽边线位置，跨越位置基流河槽在左右摆动，但整体位置变化不大。基流河槽宽度 3~5m 左右，撅尾巴河大桥采用了 40m 大跨径一跨跨越了基流河槽，并且基流河槽基本位于 8#桥墩和 9 号桥墩中间位置。桥墩布置位置合理，基流河槽演变对桥墩布置无影响。

4 防洪评价分析与计算

4.1 设计洪水分析与计算

4.1.1 设计洪水计算

撅尾巴河没有实测洪水资料，设计洪水采用暴雨途径推求。设计洪水采用省界断面为设计洪水计算断面。

《省图集》的系列数据年限更长，代表性更好；《承德水文图集》分析区域为承德地区，针对性更强。因此，本次设计洪水计算，设计暴雨采用《省图集》中的计算参数，产流、汇流及设计洪峰流量计算采用《承德水文图集》中的方法。

（1）省图集法计算设计暴雨

根据撅尾巴河流域地形资料，省界断面以上流域面积 174km^2 ，主河道长度 35.5km ，主河道纵坡 5.5% 。设计暴雨历时采用 24h ，由暴雨等值线图查算不同历时暴雨均值和变差系数 C_v 值，取 $C_s=3.5C_v$ ，采用皮尔逊III型曲线推求设计流域的设计点雨量。设计暴雨成果分别见表 4.1-1。

表 4.1-1 省图集暴雨特征参数表

历时	H (mm)	C_v	C_s/C_v	不同重现期设计点雨量 (mm)		
				5 年	10 年	100 年
1h	22.0	0.60	3.5	29.8	39.1	70.3
6h	33.0	0.60	3.5	44.7	58.6	105.3
24h	47.0	0.55	3.5	63.1	80.8	139.2

（2）《承德水文图集》合理化公式

根据上述计算公式，设计洪水参数及计算结果见表 4.1-2 。

表 4.1-2 合理化公式设计洪水计算成果表

汇流 参数 分区	产汇流参数		Sp (mm/ h)	n	HR (mm)	μ (mm/h)	τ (h)	i	$Qm=0.27$ $8*(i-\mu)*F$	N(a)	洪峰 流量 换算 系数	Qm (m³/s)	
I	H	2	41.79	0.7	14.95	4.02	8.36	9.45	262.89	100	1	262.89	
	B	0.52								50	0.86	226.08	
	X	0.0036								20	0.67	176.14	
	Y	1.88								10	0.53	139.33	
										5	0.40	105.16	

(3) 《承德水文图集》推理公式一

根据上述计算公式，设计洪水参数及计算结果见表 4.1-3。

表 4.1-3 推理公式一设计洪水计算成果表

汇流 参数 分区	产汇流参数		Sp (mm/h)	n	HR (mm)	μ (mm/h)	τ (h)	i	Qm=0.27 8*(SP/τ^n -μ)*F	N(a)	洪峰 流量 换算 系数	Qm (m³/s)
I	H	2	41.79	0.7	14.95	6.01	8.36	9.45	166.61	100	1	166.61
	B	0.52								50	0.86	143.29
										20	0.67	111.63
										10	0.53	88.30
										5	0.40	66.64

(4) 《承德水文图集》推理公式二

根据上述计算公式，设计洪水参数及计算结果见表 4.1-4。

表 4.1-4

推理公式二设计洪水计算成果表

汇 流 参 数 分 区	产汇流参数		Sp（mm/h）	n	HR（mm）	μ（mm/h）	tc	L/(J ^{1/3})	m		m取值	t0	t	φ假定	φ		φ取值	Q	N(a)	洪峰 流量 换算 系数	Qm (m³/s)
	A1	1.001	41.79	0.7	14.95	60.07	0.11	204.68	小于 90	2.03	2.23	5.05	8.36	0.19	tc≥t	-5.36	0.19	86.47	100	1	86.47
I	A2	0.55							50	0.86					74.36						
	B1	0.133							大于 90	2.23					tc< t	0.19			20	0.67	57.93
	B2	0.263																	10	0.52	44.96
																			5	0.40	34.59

经计算，各计算方法设计洪水成果见表 4.1-5。

表 4.1-5 撇尾巴河大桥洪峰流量计算成果表

位置	汇流面积 (km ²)	计算方法	不同频率洪峰流量 (m ³ /s)		
			5 年	10 年	100 年
撇尾巴河 K34+573	174	划界成果	/	136.75	/
		合理化公式	105.16	139.33	262.89
		推理公式一	66.64	88.30	166.61
		推理公式二	34.59	44.96	86.47
		选用成果		139.33	262.89

4.1.2 成果合理性分析

本次计算 10 年一遇设计洪水最大值 139.33m³/s，河道划界报告 10 年一遇设计洪水 136.75m³/s，本次合理化公式计算成果略高于河道划界报告成果，且相差不大，故本次洪水计算结果较合理。从桥梁工程偏于安全考虑，设计洪水采用本次计算的成果，即 10 年一遇洪峰流量为 139.33m³/s，100 年一遇洪峰流量为 262.89m³/s。

4.2 设计洪水位

根据设计提供的 1:2000 带状地形图及 2022 年实测河道纵、横断面资料，采用天然河道水面线法推算设计洪水位。

起推断面为桥址下游 0.9km 省界控制断面。起推水位采用均匀流法计算，经计算，10 年、100 年一遇起推水位分别为 1330.58m、1331.15m。通过曼宁公式试算，起推位置对上游交叉断面水位基本没有影响。

糙率结合实地查勘情况，同时参照《水力学手册》中提供的“天然河道糙率表”，经综合分析确定糙率取 0.04。根据前述河道水面线推算方法、纵横断面测量资料和选定的糙率，推算洪水位从下游开始起推，由此推求出

项目附近河段的水面线，从而得到项目位置的洪水位，工程附近洪水位成果见表 4.2-1。

表 4.2-1 桥址附近洪水位成果表

桩号	10 年一遇 洪峰流量 (m³/s)	100 年一遇 洪峰流量 (m³/s)	河底高程 (m)	10 年一遇 洪水位(m)	100 年一遇 洪水位(m)	备注
34+573	139.33	262.89	1334.76	1336.86	1337.29	桥址位置
34+868			1332.80	1333.74	1334.27	
35+158			1331.00	1332.14	1332.73	
35+470			1329.50	1330.58	1331.15	省界

4.3 壅水分析

由于桥墩的布设挤占了河道部分行洪断面，工程建成后将在桥前形成壅水。河道壅水计算采用前述有关公式计算，包括壅水高度和壅水影响长度。经综合分析合理选用，壅水计算成果见表 4.3-1。

表 4.3-1 桥梁修建后壅水高度、长度计算成果表

重现期 (a)	10	100
洪峰流量 (m³/s)	139.33	262.89
天然河道断面面积 (m²)	58.6	85.8
工程布置后断面面积 (m²)	55.8	81.8
阻水比 (%)	4.8	4.6
天然河道流速 (m/s)	2.38	3.06
工程布置后流速 (m/s)	2.49	3.21
壅水高度 (m)	0.03	0.05
壅水长度 (m)	11.7	18.7

4.4 冲刷计算

(1) 地质资料

根据地勘资料，桥位处表层主要为细砂，其下主要为坡洪积碎石土，下伏基岩为安山岩。各层的埋藏分布及其厚度变化等情况，具体特征如下所述：

细砂 (Q₄^{col})：褐黄色，稍湿，稍密，成分以石英、长石为主，砂质较

纯。该层的地基承载力特征值 $f_{a0}=200\text{kPa}$ ，摩阻力标准值 $q_{ik}=35\text{kPa}$ 。粒径 $0.125\sim0.25\text{mm}$ ，层厚 2.4m 。

碎石土 (Q_4^{dl+el})：褐黄色，稍湿，稍密，成分以安山岩为主，磨圆度较差，为棱角状。该层地基承载力特征值 $f_{a0}=400\sim500\text{kPa}$ ，摩阻力标准值 $q_{ik}=120\sim140\text{kPa}$ 。一般粒径 $3\sim5\text{cm}$ ，最大 10cm ，层厚 2.5m 。

安山岩 (N_{1h})：青灰色，强风化，气孔状结构，块状构造，节理裂隙较发育，风化强烈，岩芯呈块状，碎块状，局部短柱状，节长 $4\sim27\text{cm}$ ，锤击声闷易碎，RQD 约为 10%。该层地基承载力特征值 $f_{a0}=600\text{kPa}$ ，摩阻力标准值 $q_{ik}=140\text{kPa}$ 。该层层厚 21.7m 。

(2) 冲刷计算

根据前述非粘性土冲刷计算公式和河床质分析资料，选用《公路工程水文勘测设计规范》中方法对工程穿越位置涉及的河道断面进行河道冲刷计算。本项目基流水槽宽 $3\sim5\text{m}$ ，基流水槽内未布置桥墩，本次计算不再区分滩槽。根据地勘资料，桥址附近搬尾巴河河道内上部土层为细砂与碎石土，第一层为细砂，层厚 2.4m ，中值粒径 d_{50} 为 0.2mm ；第二层为碎石土，层厚 2.5m ，中值粒径 d_{50} 为 30mm 。

本次分别采用河道标准和桥梁标准设计洪水进行冲刷深度计算。桥址位置处河床由多层成分不同的土质组成，河床的冲刷采用逐层渐进试算方法进行。第一层冲刷深度计算成果见表 4.4-1。

表 4.4-1 交叉断面第一层（细砂层）冲刷深度计算成果表

防洪标准 [重现期(年)]	设计流量 (m³/s)	流速 (m/s)	一般冲刷深度 (m)	局部冲刷深度 (m)	总冲刷深度 (m)
10	139.33	2.38	1.33	1.86	3.19
100	262.89	3.06	1.87	2.23	4.10

根据第一层冲刷计算成果，计算冲刷深度均位于第二层，改用第二层碎石层计算，冲刷深度计算成果表见表 4.4-2。

表 4.4-2 交叉断面第二层（碎石层）冲刷深度计算成果表

防洪标准 [重现期(年)]	设计流量 (m³/s)	流速 (m/s)	一般冲刷深度 (m)	局部冲刷深度 (m)	总冲刷深度 (m)
10	139.33	2.38	1.41	2.01	3.42
100	262.89	3.06	2.14	2.55	4.69

根据第二层冲刷计算结果，计算冲刷深度位于第二层，采用第二层所计算的冲刷深度即为本项目所求冲刷深度，即 10 年一遇洪水时，一般冲刷深度 1.41m，局部冲刷深度 2.01m，总冲刷深度 3.42m；100 年一遇洪水时，一般冲刷深度 2.14m，局部冲刷深度 2.55m，总冲刷深度 4.69m。

4.5 建设项目防洪安全分析

在分析建设项目可能对搬尾巴河防洪、行洪的影响同时，也要分析建设项目自身的防洪安全问题。建设项目防洪安全分析主要包括以下内容：桥梁本身的防洪标准是否满足国家标准；桥梁梁底设计高程是否满足防洪要求；桥梁基础埋置深度是否考虑了河道冲刷等。

（1）防洪标准

本次项目跨越搬尾巴河桥长 450m，跨径 30/40m，为高速公路大桥，设计防洪标准 100 年一遇，符合中华人民共和国国家标准《防洪标准》、中华人民共和国交通部标准《公路工程水文勘测设计规范》的要求。

（2）设计梁底高程

桥梁允许最低梁底板高程由 100 年一遇设计洪水位、壅水高度、风浪高及桥下净空等参数确定，桥下净空对于不通航河流桥下净空一般取 0.5m。

采用前述公式计算允许最低梁底高程，成果见表 4.5-1。

表 4.5-1 桥梁计算指标表

桥梁名称	洪峰流量 (m³/s)	洪水位 (m)	壅水高度 (m)	浪高 (m)	净空 (m)	允许最低 梁底高程 (m)	设计最低梁 底高程 (m)	是否满足 自身防洪 要求
搬尾巴河 大桥	262.89	1337.29	0.05	0.30	0.5	1338.14	1366.43	是

从表 4.5-1 中可以看出，设计最低梁底高程高于计算允许最低梁底高程，桥梁设计满足自身防洪安全要求。

(3) 桥墩基础埋深

工程建设后，相对于天然河道，桥墩缩窄河道断面，将加剧河床的一般冲刷，并在桥墩处造成局部冲刷，本次计算河道标准 10 年一遇洪水总冲刷深度为 3.42m，冲止高程 1332.03m。

根据河道管理划定方案及本次计算的 10 年一遇洪水位，河道管理范围内布设一组桥墩(9#桥墩)，承台顶高程 1331.23m，位于现状河底以下 4.21m，本次计算河道标准总冲刷深度 3.42m，桥梁桩基承台埋深满足《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》“桩基承台顶高程应分别在河道主槽和滩地冲刷线 0.5m 以下”的规定要求。

本次计算桥梁标准 100 年一遇洪水总冲刷深度为 4.69m，设计单位应考虑冲刷因素复核基础稳定性。

5 防洪综合评价

5.1 建设项目与有关规划符合性评价

撅尾巴河无防洪整治、采砂等规划，不涉及水功能区，只划定了河道管理范围。本项目桥长 450m，跨越位置河道管理范围宽度 60m，全桥方式跨越河道，桥梁建设不会对河道管理范围划定方案产生影响，不涉及对河道规划及水功能区的影响。

5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

5.2.1 建设项目防洪标准符合性评价

撅尾巴河大桥设计桥长 450m，跨径 30/40m，为高速公路大桥，根据中华人民共和国国家标准《防洪标准》、中华人民共和国交通部标准《公路工程水文勘测设计规范》的要求，设计防洪标准 100 年一遇。

《围场满族蒙古族自治县撅尾巴河河道管理范围划定方案》，确定撅尾巴河防洪标准为 10 年一遇。跨河桥梁设计洪水频率不低于河道规划防洪标准，桥梁设计满足《防洪标准》的相关规定。

5.2.2 建设项目有关技术要求符合性评价

根据《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》（以下简称“审查规定”）的有关技术要求，主要从桥长、桥位、桥跨总体布置、桥梁与河道交角、梁底高程、桥墩布设、同一河道桥梁间距、桥面排水、桥墩阻水比、壅水高度及范围、流态和流速变化等方面，评价建设项目的符合性。

(1) 桥长。根据审查规定,“跨河桥梁应采用全桥方式跨越河道”。撅尾巴河大桥设计桥长 450m,跨越位置附近河道管理范围宽度 60m,两侧桥头均位于管理范围以外,桥长满足审查规定要求。

(2) 桥位。桥梁跨越位置河段较为顺直稳定、河床地质较好,不在河汊、古河道、急弯、汇合口等河段,不涉及规划保留区,附近无水工程设施、饮用水源取水口、河道险工险段、水文观测断面、防汛设施等,桥梁选址合理。

(3) 桥跨总体布置。根据审查规定,“在山区河道上修建的建设项目跨径应不小于 30m,应采用一跨跨越河道主槽的方式”。本项目跨径 30/40m,其中跨河段跨径 40m,一跨跨越基流河槽,桥跨总体布置满足审查规定要求。

(4) 桥梁与河道交角。根据审查规定,“桥梁跨越河道应使桥梁轴线与中高水流方向垂直”。撅尾巴河大桥与河道交角 90°,满足审查规定要求。

(5) 梁底高程。根据审查规定,“桥梁梁底高程应高于设计洪水位,并满足防洪超高要求”。经计算允许最低梁底高程为 1338.14m (100 年一遇洪水位+壅水高度+浪高+超高),设计最低梁底高程 1366.43m,高于允许最低梁底高程,梁底高程满足审查规定要求。

(6) 桥墩布设。根据审查规定,“桥墩不宜布置在河道主槽内,同组桥墩中心线应为顺水流方向布置,承台顶高程应在河道标准最大冲刷线 0.5m 以下”。本项目基流河槽内未布置桥墩,桥墩中心线顺水流方向布置,河道管理范围内内仅一组桥墩,承台顶高程 1331.23m,满足冲刷线 0.5m 以下的要求。桥墩布设满足审查规定要求。

(7) 同一河道桥梁间距。根据审查规定,“同一河道桥梁间距应不小于桥梁壅水长度的 1.5 倍”。本项目 10 年一遇壅水长度 11.7m, 100 年一遇壅水长度 18.7m, 拟建工程下游无跨河桥梁, 上游壅水长度的 1.5 倍范围内也无桥梁。同一河道桥梁间距满足审查规定要求。

(8) 桥面排水。根据审查规定,“桥面集中排水应避开河道岸坡”。本项目桥下设有集中排水管道, 可将水流引至河道管理范围外后再行排放, 避免了雨水排放造成的岸坡冲刷。桥面排水满足审查规定要求。

(9) 桥墩阻水比。根据审查规定,“新建桥梁时桥墩阻水比应不大于 5%”。10 年一遇标准洪水时, 搬尾巴大桥桥墩阻水比 4.8%; 100 年一遇标准水时, 桥墩阻水比 4.6%。桥墩阻水比满足审查规定要求。

(10) 壅水高度及范围, 根据审查规定,“无堤防河段最大壅水高度控制在 10cm 以内, 壅水长度的确定以对建设项目附近水利工程的功能无影响为控制”。本项目 10 年一遇设计洪水时, 壅水高度 0.03m; 100 年一遇设计洪水时, 壅水高度 0.05m, 项目附近无水利工程。壅水高度及范围满足审查规定要求。

(11) 流态和流速变化。根据审查规定,“建桥后洪水下泄时不能顶冲堤防, 堤脚前沿流速增幅应不大于 5%”。本项目跨越河道附近无堤防, 也无堤防建设规划; 10 年一遇设计洪水时流速增幅 4.6%, 100 年一遇设计洪水时流速增幅 4.9%。流态和流速变化满足审查规定要求。

综上, 本项目桥长、桥位、桥跨总体布置、桥梁与河道交角、梁底高程、桥墩布设、同一河道桥梁间距、桥面排水、桥墩阻水比、壅水高度及范围、流态和流速变化等均满足审查规定要求。

5.3 建设项目对河道行洪的影响评价

桥梁修建后，由于桥墩的阻水作用，上游一定范围内造成水位壅高。通过分析计算，遇河道标准 10 年一遇洪水时，桥梁修建造成壅水高度仅 0.03m，壅水影响范围至上游 11.7m。桥梁修建后不会降低河道防洪标准，对河道行洪没有明显影响。

5.4 建设项目对河势稳定的影响评价

通过分析计算，遇河道标准 10 年一遇洪水时，桥梁修建造成流速增加 4.6%，一般冲刷深度 1.41m，局部冲刷深度 2.01m，总冲刷深度 3.42m。桥梁修建后，相对原河道而言，由于桥梁桥墩的影响，水流受到了束缚和集中，使河道单宽流量和断面流速加大，桥墩周围流速、流向局部变化，引起漩涡和折冲水流及床面切力，造成局部冲刷，将对河道岸坡稳定产生一定影响，但总的流势流态变化不大。

5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价

本项目跨越撅尾巴河附近无堤防，也无闸、坝、涵、水文观测设施等其他水利工程，也无堤防及其他水利工程建设规划，本项目建设不涉及对堤防安全和其他水利工程产生影响。

工程施工过程中将对河道岸坡产生一定影响，施工完成后，通过采取植被恢复措施，加大河道糙率，进而减小水流流速，防止岸坡冲刷。

5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

本项目跨越河道附近无水利工程，也没有防汛抢险道路，项目建设不

涉及对水利工程运行管理和防汛抢险产生影响。

5.7 建设项目施工期影响评价

根据主体设计施工安排，搬尾巴河大桥计划于 2023 年 10 月开工，总工期 8 个月，河道内桥梁承台、墩柱及盖梁施工避开汛期，以保证搬尾巴河行洪及施工安全。开工前，建设单位应将桥梁施工方案报水行政主管部门审查，并经其审查同意后方可施工。

9 号桥墩使用钢板桩围堰施工，钢板桩围堰顶部高出最高水位线 1m 以上，底部埋深 11.5m，满足防洪安全高度需要和冲刷深度需要。基础施工平台、围堰、支架等，在汛期开始前清理完成，不影响河道汛期行洪。

施工完成后，废弃的水泥、砂浆、建材、油污及其它杂物装车运走，恢复河道，施工场地平整到原来的地貌形式。

综上，本项目建设施工期，对河道行洪和防汛管理基本无影响。

5.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

5.8.1 建设项目对附近工程的影响评价

桥址附近河段没有码头、管线、桥梁、渡槽、取（排）水设施等第三人合法水事权益，因此不存在对第三人合法水事权益的影响。

5.8.2 建设项目对附近自然保护区的影响评价

工程附近有塞罕坝国家级自然保护区、塞罕坝国家森林公园及御道口省级自然保护区，经与自然保护区和塞罕坝国家森林公园范围边界落图，搬尾巴河大桥在塞罕坝自然保护区及塞罕坝森林公园范围外，桥梁至保护区最近距离 230m，至森林公园最近距离 540m，搬尾巴河大桥桩号

K2+340.5~K2+546.5 段位于御道口省级自然保护区范围内。

2020 年承德市交通运输局向河北省林业和草原局征求关于丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至场段路线穿越自然保护区的意见，同年 9 月 5 日河北省林业和草原局组织专家对《丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段穿越自然保护区路线比选方案报告》进行了论证。2021 年 4 月 20 日，河北省林业和草原局以冀林草函[2021]183 号回复关于丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至场段路线穿越自然保护区的意见，同意工程路线穿越河北塞罕坝国家级自然保护区实验区、河北滦河上游国家级自然保护区实验区以及河北御道口省级自然保护区实验区。修筑设施对自然保护区主要保护对象和自然生态系统影响的评价报告正在编制中。

掀尾巴河大桥施工作业将破坏地表植被，植被生长对周边环境影响较大，桥梁位于御道口省级自然保护区范围内，临近塞罕坝国家级自然保护区。因此，本项目桥梁施工完成后需考虑植被恢复措施。

6 消除和减轻影响措施

6.1 建设项目消除和减轻影响的措施

项目区位于自然保护区，施工过程中破坏地表植被，因此建议桥梁施工完成后，恢复河道原貌。

（1）植被恢复措施

本项目桥墩、承台建设，需要进行基础开挖，破坏了原地表植被，容易造成河道冲刷加剧。另外，本项目跨河桥梁临近塞罕坝国家森林公园和塞罕坝国家级自然保护区，植被生长对周边环境的影响较大。因此，建议本项目桥梁施工完成后，恢复河道原貌，植被恢复措施在水保方案中予以考虑。

（2）施工期措施

桥梁施工前应编制详细的施工方案，合理安排施工总体布置方案、施工方式及施工工期，确保桥梁施工布置和交通组织不对河道正常运行管理造成影响，并将方案报河道主管部门审批，保证河道防洪安全。

施工期间要保证河道的安全，配合河道管理单位对施工范围内河道进行管理维护。汛前需将施工器械和施工用料撤出河道管理范围，汛期河道管理范围内不得进行土方作业、墩台浇筑等影响河道行洪的工序，服从河道管理部门的统一调度指挥。开挖施工完成后需回填土方时，填料、回填密实度等应严格按照相关管理部门提出的要求进行，确保回填质量。施工期应做好施工用料的储运工作，避免将施工用料丢弃在河道中，施工时留下的废弃渣料及施工用具须及时进行清理，不影响河道正常行洪及排水。

6.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析

通过采取相应的补救措施，减小项目建设对河道行洪、泄洪等影响，能够在桥梁顺利施工的基础上满足河道安全及管理的要求。

植被防护措施的实施，有利于河道岸坡的稳定和项目周边生态环境的恢复；提出了施工回填要求，强化了墩柱与岸坡连接处的软硬接触面，确保了河槽边坡的整体性，保证河道行洪安全；对桥梁施工期的管理要求，能够保证河道管理部门在桥梁施工期间对施工现场进行有效的管理，有利于河道日常维护管理。

7 结论与建议

7.1 防洪综合评价主要结论

(1) 根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》及《中华人民共和国河道管理条例》等法律法规，为保证河道行洪安全和满足工程本身的防洪安全需要，对丹锡高速公路克什克腾至承德联络线（G1611）冀蒙界至围场段跨越撅尾巴河大桥进行防洪评价是必要的。

(2) 拟建项目为高速公路，撅尾巴河大桥防洪标准采用 100 年一遇，满足国家标准《防洪标准》（GB50201-2014）及行业相关标准要求。

(3) 撅尾巴河大桥设计桥长 450m，两侧桥头均位于河道管理范围以外，桥梁长度大于河道宽度，河道内跨径 40m，一跨跨越基流河槽，桥梁长度及跨径满足审查规定要求。桥梁与河道交角 90°，同组桥墩中心线与水流方向平行，满足审查规定中与河道交角及桥墩布设的要求。桥下设有集中排水管道，将水流引至河道管理范围外后再行排放，避免了雨水排放造成的岸坡冲刷，桥面排水满足审查规定要求。

(4) 桥梁建设在一定程度上缩窄了撅尾巴河行洪断面，10 年一遇标准桥墩阻水比为 4.8%，产生壅水高度 0.03m，100 年一遇标准桥墩阻水比 4.6%，壅水高度 0.05m。桥墩阻水比、壅水高度满足审查规定要求，项目建设对河道行洪、泄洪影响均较小。

(5) 10 年一遇设计洪水时流速增幅 4.6%，100 年一遇设计洪水时流速增幅 4.9%。断面平均流速变化较小，对流势流态变化影响较小，流态和流速变化满足审查规定要求。

(6) 跨河段设计梁底高程高于计算允许梁底高程，承台顶高程满足总冲刷深度以下 0.5m 的要求，桥梁满足自身防洪要求。

7.2 消除和减轻影响措施的结论

(1) 本项目桥墩、承台建设，需要进行基础开挖，破坏了原有的地表植被，容易造成河道冲刷。建议本项目桥梁施工完成后，恢复河道原貌。

(2) 桥梁施工前应编制详细的施工方案，合理安排施工总体布置方案、施工方式及施工工期，并将方案报河道主管部门审批，保证河道防洪安全。

7.3 建议

(1) 桥梁 9#桥墩位于 100 年一遇洪水淹没范围内，为保障桥梁安全，建议主体设计单位按照 100 年一遇洪水冲刷深度，进行有效桩长复核。

(2) 本项目河道内桥梁承台、墩柱及盖梁施工避开汛期，以保证撅尾巴河行洪及施工安全。

(3) 工程竣工后，需有河道主管部门参与验收。

本报告所有内容仅作为有关部门对本项目跨越撅尾巴河防洪评价论证、审批的技术依据。