

第一章 公路水毁的防治问题

公路水毁是世界各国共同存在的一个普遍问题，是公路建筑物、桥梁和道路等遭到洪水破坏的一种自然灾害，但是这种自然灾害经过人们的努力是完全可以防治的。

第一节 公路水毁问题

一、公路建筑物的水力学问题

公路虽然主要是作为交通运输建筑物，但是一旦受到水流的作用，如跨河桥梁和与河道并行的公路等，又因具有水工建筑物的性质而遭遇到很多水力学问题。

公路建筑物遭遇的水力学问题，可分为两类：一类是水毁，系因洪水造成的各种程度不同的破坏；另一类是水害，系因洪水淹没等而带来的经济损失。

公路水毁主要有：桥渡因洪水的冲击与冲刷而造成的破坏；沿河公路及其冲刷防护建筑物因洪水的顶冲与淘刷而造成的坍塌与破坏；山区小型人工排水建筑物的水毁等。

滑坡、崩塌、泥石流、路面翻浆、路基下沉与滑动等，尽管属于地质灾害，但在处治这些地质灾害时，关键的问题还是要首先处治好水的问题。

公路水害主要有：公路因洪水淹没而中断交通；小桥涵、路基边沟被泥沙堵塞而需要疏通；道路被泥沙淤积而需要清除等。

要解决好上述一系列水力学问题，需要依靠正确和可靠的水

力设计。

跨越江河的桥梁固然主要是一个交通运输建筑物，应当从结构设计上保证交通荷载从桥上安全通过。但是在水流的作用下，如前所述 它又是一个水工建筑物 还要保证各种大小洪水从桥下通畅排泄 以保证桥梁的安全。大家都知道 如果桥梁的承载能力不够 我们还可以限制通过的载重量以保证桥梁的安全 但是我们却没有办法限制河流的特大洪水从桥下通过。所以，为了保证桥梁的使用安全 洪水对桥梁的破坏（水毁）问题比交通荷载对桥梁的破坏问题更难解决。对于这样的问题，恰恰未被许多公路工程工程师所认识。目前公路桥梁很少因交通荷载问题而遭到破坏，却大部遭到水毁，即是明显的例证。

为了保证交通运输的安全，必须发展桥梁工程结构设计科学技术 精心进行结构设计 这方面已普遍受到重视。但为了保证桥梁在各种大小洪水下的安全，也需要一套完善的水力设计科学技术 精心进行水力设计 这一点则还未被正确认识。对道路的水力设计，更是如此。这可能就是我国公路水毁日益严重的主要原因。

二、公路建筑物的水力设计问题

公路跨过江、河、沟、壑而需要设置桥涵等人工排水建筑物，这些建筑物的大小和基础埋置深度，如果设计不当，就会遭到水毁。另外，公路有不少路段与河道并行，其沿河路基也常因洪水的顶冲与淘刷而发生坍塌或遭到破坏，需要修建路基冲刷防护建筑物，这些建筑物的布设和基础埋置深度，如果设计不当也要遭到水毁而不能发挥防护路基的作用。山区公路的排水问题要比平原区复杂，不能像平原区那样只考虑设置桥涵，而要考虑包括桥涵、急流槽、跌水、渡槽、渗水路堤、挡水墙、路基边沟和天沟（截水沟）等组成的整个排水系统。这个排水系统不仅要考虑排水，还要考虑输沙，并预防堵塞，如果设计不当，不仅桥涵要遭到水毁，而且水流漫溢到路面上，还要冲毁路面和路基，当

然这个问题在平原区公路上也要考虑。山区公路常因排水系统设计不当而造成的大量“水洗路面”(路面被冲毁)有的地方变得十分突出。公路还要不可避免地通过一些不良工程地质地段,在平原区常遇到的有特殊土,在山区常遇到的则是不良地质作用,公路通过这些不良工程地质地段时遇到的很多地质病害问题,常常牵涉到水的因素。大家都知道,山区公路旱季时问题一般较少,一到雨季,问题就容易出现,除了桥涵和路基的水毁外,其余的多半是滑坡、崩塌和泥石流等病害,这主要是雨水侵入了疏松的岩体,减少了其内摩阻力而失去了原来的稳定状态;另外,也有水分侵入缝隙发达的岩体,冬季冰冻膨胀冻结,春季气温升高后,冰冻融解,使岩体失去稳定而发生崩塌。因此,这类地质病害,从成因上看也可视为水毁,所以,在解决山区公路的地质病害时,解决好水的问题才是上策。

从上述一系列设计问题可见在公路建筑物的设计工作中不仅要使结构上使其具有足够的强度以保证交通运输的安全,还要从水文、水力设计上保证在设计洪水与暴雨的作用下具有足够的安全性以维持交通运输的畅通无阻,这样才能达到公路预期的经济效益。

就公路桥梁的设计而言,跨越江河上的桥梁,它的整个设计工作,并不只是主体工程桥梁的设计工作,更不只是主体工程桥梁的结构设计工作,而是整个桥渡的设计工作,即包括:首先要结合路线的总方向选择一个好的桥位;然后确定合适的桥孔位置、桥孔长度和高度;按照桥梁墩台处可能出现的最大冲刷深度与河床地质情况,决定墩台基础的安全埋置深度;还要合理地布设桥头引道和必要的调治建筑物;最后选定恰当的桥梁方案、上部构造形式和墩台结构形式等。而且还必须牢记:选择什么样的桥梁方案,采用什么样的上部结构形式、墩台结构形式以及桥头引道结构形式等,与桥位河段特性、采用的调治建筑物及其冲刷防护措施等密切相关。在江河上建桥,只有深入了解并认清桥位河段的河流特性,才有可能做好整个桥渡的设计工作。一个好的

设计，决不能只要求整个设计中的一部分设计，譬如说结构设计，不只是达到安全可靠和经济合理就行了，而应当要求全部设计，包括水文、水力设计等都达到安全可靠和经济合理才行。从目前公路建筑物的损毁多半是水毁这一实际情况出发，要使公路建筑物的整个设计达到安全可靠和经济合理，就需要积极加强公路建筑物的水文、水力设计工作。对于任何一个工程设计，如果其中某一方面的设计达不到安全可靠，整个工程的经济合理性就无从谈起。随着我国公路交通运输事业的日益发展，主要公路干线上的交通量将越来越大，公路因水毁而造成任何一段时间的中断交通，将会造成很大的经济损失与麻烦。正确理解这些问题，无论是对主管设计还是对主管技术的工程技术人员来说，都是十分必要的。

第二节 桥渡水毁及其原因

一、桥渡水毁

桥渡包括桥梁、桥头引道及桥渡调治建筑物等，统称桥渡建筑物。桥渡水毁主要有：

(1) 桥孔设计过小，不足以通畅排洪与输沙，造成桥前大量壅水，桥下严重冲刷，冲毁桥梁墩台，冲断桥头引道。在含沙量较大河流上，还会出现桥孔全部被泥沙淤塞；

(2) 桥墩因基础埋深不够而发生沉陷或倒塌；

(3) 桥台因基础埋深不够而发生倾覆，或因引道被冲失去填土的支撑而发生倒塌；

(4) 洪水迂回（抄后路）冲断引道路堤；

(5) 桥渡调治建筑物，包括导流堤和丁坝等，被洪水冲毁；

(6) 桥孔被漂浮物堵塞，造成过高的桥前壅水，对桥梁产生过大的推力和浮力，使桥梁被推倒或冲走，或造成桥下河床的严重冲

刷，冲空桥梁墩台基础，使墩台下沉或倒塌；

(7)由于冰冻或冰凌堆积，造成桥梁局部损坏或全部被毁；

(8)由于波浪或大型漂浮物的冲击使桥梁局部或全部遭到破坏。

二、桥渡水毁原因

1. 桥位河段的稳定问题

很多桥梁遭到水毁或出现水害等问题，都因桥位选在河湾的地方或不良桥位河段上。桥位选在上述河段位置，或者由于选线的原因或是找不到更好的桥位或是原选的桥位本来在优良的顺直河段上后来因河道变迁形成了不利于通畅排水、输沙和顺利通过漂浮物、冰凌的桥位河段。其危害或是造成洪水抄后路冲断引道路堤或是进桥水流与桥轴线形成很大的斜交角度增加桥墩阻水宽度(主要是重力式桥墩)造成严重的桥墩局部冲刷原有的桥渡调治建筑物不适应新的水流条件等。这些情况常发生于宽浅变迁、宽浅游荡和宽滩蜿蜒等河段上若不及早采取改善措施往往造成水毁。新疆维吾尔自治区的新开岭桥遭到水毁即属于这类情况(见图 1-1)^[1]。

为防治这类水毁需要保持桥位河段的稳定通常采用调控水流的方法采用丁坝等要比加固河岸采用抛石、片石铺砌加固等更为有利。

靠近桥位有支流汇入或桥位河段有支汊河道，是造成桥渡水毁的一种潜在危险。从支流输移来的大量泥沙特别是泥石流，会形成冲积扇，使桥位河段的水流方向改变。在有支汊河道的河段上建桥将支汊河道的水流归入主河道桥孔是不容易的常需采取一河多桥的方案。在有支汊的不稳定河段上修建一河多桥，有时会带来很大的危险即洪水主流改道走向支汊河道造成“引狼入室”这种事故多发生在宽浅变迁和宽浅游荡等河段上。因此在这类河段上建桥(堵塞支汊河道截支强干)或在支汊河道上设置带有闸门的桥涵洪水时关闭是比较妥当的解决办法。

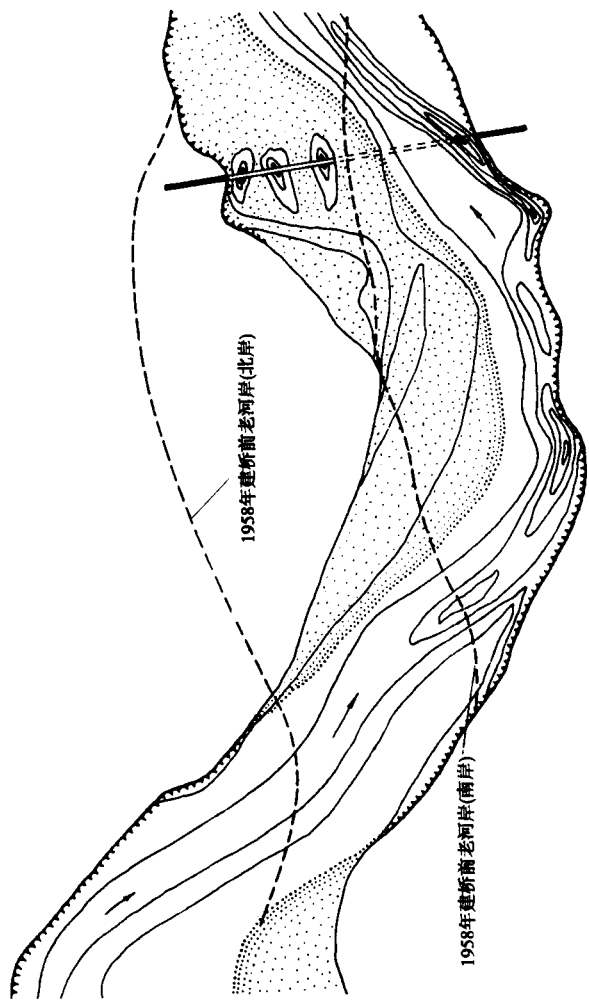


图 1-1 新开岭桥位河段变迁情况示意图

靠近与大河汇合的支流上的桥渡，也容易出现水毁和水害。尽管在桥渡设计中照例都考虑了大河洪水顶托的水位抬高，但常常忽视支流河床的自然冲淤变化。支流受大河洪水顶托时，常常会造成支流河口段的淤积，有的淤积厚度很大。但当支流发生较大洪水而大河未发生洪水时，这些河口段的淤积又会大部或全部被冲刷而造成河床的严重冲刷下降。作者 1966 年参加京原（北京 - 原平）公路修建时曾看到流入拒马河的一个支流河口高出拒马河的河床，形成一个很大的台阶。在这样的支流河口段上设计桥渡，确定桥梁墩台基础埋置深度时，若未考虑河床的这种冲淤变化，桥梁将有遭到水毁的危险。此外，受大河洪水顶托的支流河口段上的桥渡，在大河洪水的涨落过程中，桥下也会发生严重的冲刷。例如吉林省霍林河上的八郎桥，位于该河流入嫩江仅 10km 的河口段上，桥位河段不仅是霍林河的河道，还是洮儿河的故道，并受嫩江洪水的顶托。嫩江水位上涨时，又受第二松花江干流的顶托，造成桥位处的水文情况极为复杂。1957 年嫩江水位上涨，江水倒灌，在桥上游（倒灌则属下游）冲成宽约 30m、长约 40m、深约 4m 的深槽。1960 年霍林河发生约 5 年一遇的洪水，洮儿河洪水经三顶召分洪也流经桥下，造成桥上下游的最大水位差达 1.2m，桥下游出现严重冲刷，形成宽约 80m、长约 200m、最深达 10m 的深槽，来水流向与桥轴法线成 20° 偏角，使白城侧桥台向前滑动约 28cm。

跨越同一河流的两座桥相距很近时，下游桥梁将遭受上游桥梁造成的流向改变、流速增大等各种紊流的影响。在已建桥梁下游附近修建新桥时，应特别注意桥孔及桥墩的布设应与上游桥梁协调，并预计可能遭遇的各种不利因素。

2. 桥梁墩台基础的埋深问题

目前公路大中桥梁水毁较少，可能是由于墩台基础广泛采用钻孔灌注桩的缘故。然而很多浅基桥梁，仍然因墩台基础埋深不够而遭到水毁。

桥梁墩台基础的埋深设计，决定于墩台处的最大冲刷深度和

地基的承载能力。桥梁墩台遭到的冲刷主要有自然冲刷、一般冲刷和局部冲刷。桥梁墩台处的最大冲刷深度为这三种冲刷综合出现的最大值。

(1)自然冲刷

自然冲刷是河流在其发育演变过程中，河床高程的冲刷变化，包括周期性的和长期性的。

河床的周期性冲刷是由于洪水涨落、主流摆动（自然的或人工的）所造成的河床最低点位置的改变和深度变化。在桥梁墩台冲刷计算中，需要确定桥下河床一般冲刷后的河床最深点位置及其最大自然集中冲刷深度。

河床的长期性冲刷乃是河床平均高程的永久性冲刷下降。这种永久性的冲刷下降 或者由于河口侵蚀基准面的下降 或者由于河道的裁弯取直（自然的或人工的）使河床坡度增大而引起的溯源侵蚀。因此，要特别注意桥位下游河床的冲刷下降。例如前面讨论的支流河口的冲刷下降和桥位下游河道的取直，它们都将引起桥下河床的冲刷下降。下降多少，视河口和取直段距离桥位的远近而定。桥位上游的河道取直，不会引起桥下河床的冲刷下降，相反 可能还会产生淤积 但也有可能不产生淤积 例如桥位距河口不太远时从桥位上游冲刷输移来的泥沙有可能全部输送到下游河口以下。

由于河道裁弯取直引起的河床冲刷下降，在河道改造后的最初短时期内发展很快，以后逐渐减慢。耶尔克 L. W. Yearke 曾在美国新罕布什尔（New Hampshire）州的匹伯迪（Peabody）河上测量了河道取直后的河床冲刷下降。他发现主要的冲刷下降发生在河道取直后的第一年内，在以后的年代中只继续发生了少量的冲刷下降。例如在密西西比（Mississippi）州多洛罗索（Doloroso）的霍莫奇托（Homochitto）河上，从 US—61 号桥起，流入密西西比河的 27.35km 河段于 1938 年缩短为 14.48km。US—61 号桥位处的桥下河床于 1944 年起开始冲刷下降，于 1945 年已达 5m 在 1945 年至 1957 年的 12 年中 仅增加了 1.3m 而在 1957 年 ~ 1975 年的 18

年中 反而淤积了大约 0.6m。同时，在一条河流下游开始的河床冲刷下降 向上游发展需要相当长的时间 例如霍莫奇托河的河床冲刷下降 在 1949 年 ~ 1966 年间 还未发展到上游 26km 密西西比州的罗塞塔 Rosetta)^[2]。还有干流的河床冲刷下降，也会导致支流河床的冲刷下降等。

(2)一般冲刷

由于桥孔压缩水流自然过水断面或人工缩窄河道，导致流速增大而造成河床普遍冲刷加深，称为一般冲刷。

在宽浅变迁和宽浅游荡河段上，为防洪与整治河道而修筑的河堤 以及农民为造田、保田而修筑的河堤 都将不同程度地压缩水流过水断面而产生一般冲刷。截支强干，支叉被堵塞后的主河道 同样也要发生一般冲刷。

(3)局部冲刷

在河道中修建桥梁墩台后 由于墩台对水流的阻碍 将造成墩台周围河床的冲刷加深，称为局部冲刷。

在新建桥渡设计中，设计工程师需要考虑上述三种冲刷在桥梁墩台处综合出现的最大冲刷，以确定墩台基础的埋置深度。为防治已建桥梁水毁 养护工程师需要经常了解 在现在河床条件下桥梁墩台处可能出现的局部冲刷深度，以判断墩台的埋置深度是否安全可靠和是否需要进行冲刷防护。

3. 桥渡调治建筑物的布设与冲刷防护问题

大量的桥渡水毁证明，桥渡调治建筑物应当视为整个桥渡的重要组成部分。它的作用 除了改善进桥水流条件 充分发挥桥孔的泄洪能力外，更重要的是稳定桥位河段以保证桥梁及桥头引道的安全 后者对在变迁性大、稳定性差的河段上建桥尤为重要。

(1)桥渡调治建筑物的布设问题

桥渡调治建筑物的采用形式及其布设方法，应根据桥位河段的稳定性与实际需要而定 因而与桥位的选择、桥孔长度的确定及桥孔位置的布设等密切相关。对一个桥位选择较好、桥孔长度的确定及其布设位置都比较合理的桥渡，需要布设的调治建筑物也

将是较少的。桥位在一个变迁性大、稳定性差的不良河段上，桥孔长度及其布设位置又都不甚合理的情况下，为了保证桥渡的安全，需要布设的调治建筑物及其规模必然要大。

总之，布设桥渡调治建筑物的目的是要造成一个水流条件较好的稳定桥位河段，以保证桥渡的安全。

(2) 桥渡调治建筑物的冲刷防护问题

在公路桥渡调治建筑物设计和水毁防治中，丁坝多采用铁丝石笼做成，可随冲刷下沉就位和随时进行修补，一般水毁较少，导流堤一般多采用土堤进行边坡加固，由于边坡加固缺乏基础或基础埋深不够，或平面防护范围不够，水毁较多，已成为公路桥渡调治建筑物水毁的主要问题。因此，对桥渡调治建筑物的水毁防治，重点是导流堤的冲刷防护。

第三节 路基水毁及其原因

一、路基水毁

常见的路基水毁主要有：

(1) 山区公路，由于受到地形限制，不少路段与河道并行，其沿河路基常因洪水的顶冲与淘刷而发生坍塌或遭到破坏；

(2) 小桥涵被冲毁后，造成两端路基水毁；

(3) 小桥涵位置设置不当或孔径偏小，不能通畅排水与输沙，洪水漫溢路面，冲毁路面和路基；

(4) 小桥涵底坡平缓，不足以输移大颗粒泥沙，小桥涵为大颗粒泥沙堵塞，洪水漫溢路面，造成路基水毁；

(5) 路面设计标高不够，洪水漫溢路面，“水洗路面”甚至冲毁路基；

(6) 公路紧靠山边，暴雨时雨水从山坡汇流山沟，由于山沟坡度陡，水流遇到乱石或跌坎，便飞溅路面，轻则冲毁路面，重则冲毁

路基；

(7)滑坡、崩塌体堵死路基边沟，使边沟排水漫溢到路面上，冲毁路面和路基。

有些路堑地段，地表水或地下径流渗入路基，使路基变软成为“橡皮路”或发生横向滑动。黄土地区的农田水利化，水渗入路基造成路面“翻浆”以及冰冻地区的路面“翻浆”。目前大家将这类路基病害也视为水毁。

二、路基水毁原因

1. 路基冲刷防护问题

目前公路路基水毁的重点，主要在山区公路上，不少路段与河道并行，一面傍山，一面临河，很多路基是半挖半填或全部为填方筑成。填方多由开山废渣填筑，尽管填方中有大量的大块石构成路基边坡，但未作冲刷防护加固措施。这样的填方路基边坡，在一般洪水条件下，因水位较低，流速不大，坡脚块石较大，坡脚边坡也较平缓，能够抗御洪水冲刷而保持路基边坡的稳定。但在较大洪水条件下，水位较高，流速较大，而边坡上部的块石又较小，且含有不少岩屑和土壤，坡度也较陡，因此边坡中的岩屑、土壤和小块石被冲走后，大多造成路基坍塌，出现很多缺口或半个以上路基被毁，在公路路基的水毁中，这类水毁占多数。

另外，也有不少沿河路线，由于河道变迁，使原来离河岸还有一段距离的路基，因河岸被冲而临近河边或遭到水毁。这类水毁多出现在宽浅变迁河段上。现在一些工程师进行水毁修复时，多采取绕避的方法以避免修建路基冲刷防护建筑物。这不一定合算，因为河道的进一步变迁又可能会使绕避路线临近新的河边而需要修建新的路基冲刷防护建筑物。例如1983年对陕西省商沙线K203+700~K204+140的一段水毁公路进行修复设计时，为了避免洪水冲刷，修复路线从原水毁路线后退绕避最大距离约30m，以减少路基冲刷防护工程，却使河道愈益弯曲（见图1-2）。正如第

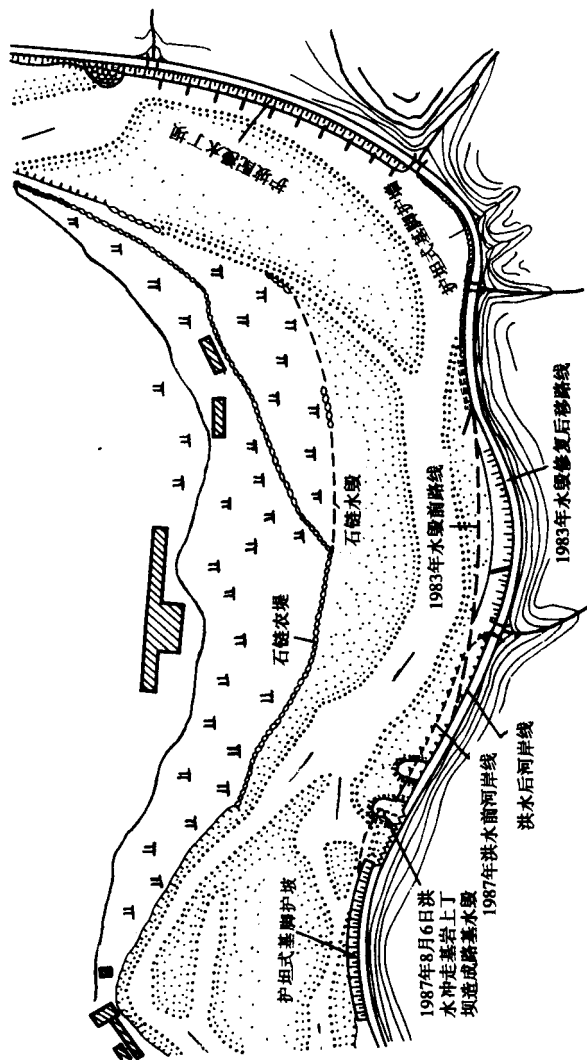


图 1-2 商沙线 K203 + 700 - K204 + 140 水墩修复路线后移情况

二章河道演变中讨论到的“凹岸的形成 更加强了环流强度 ,一方面继续冲刷凹岸 ,一方面把泥沙带到对面边滩 这样就更加促使边滩一侧的凸岸向前推进和被冲刷的凹岸向后退移”。1987年10月6日的一次历史特大洪水将 K203 + 700 ~ 900 的河岸冲毁 新线路路基外的一片耕地全部冲失 ,使新线路基又紧靠河边而需要防护。这一设计实例表明 ,采取绕避的方法不仅不能减免路基冲刷防护工程 还丧失了一片耕地 路线也加长了。

2. 路基冲刷防护建筑物的重复水毁问题

全国各省区 公路养护部门每年都要投入大量人力物力用于水毁抢修和修复 ,每年都要修复不少路基冲刷防护建筑物。由于设计这些防护建筑物时 ,往往凭经验估算 ,有不少基础埋得很浅 ;有的还由于施工质量差等原因而遭到重复水毁 即修了被冲 冲了再修 有的重复到三次以上。所以 有的路线接养已 10年 ~ 20年以上 路基冲刷防护建筑物不但没有明显增加 还出现“旧账未清 又欠新账”的现象。但是 当这些冲刷防护建筑物采用有科学依据的勘测设计时 重复水毁就减少了 路基冲刷防护建筑物就明显增多起来^[3]。

3. 山区小型人工排水建筑物的设计问题

现在还有一些公路测设单位对山区小型排水建筑物的布设缺乏系统设计 前面列举的各项路基水毁中 多数由于这个原因。必须强调指出 山区排水建筑物不仅要排水 还要输沙 很多山区公路的边沟和小桥涵因忽视了输沙因素而造成堵塞 水漫路面 冲毁路面和路基。因此 ,山区公路的排水设计 ,必须按地形划分集水区 并结合地质病害的防治系统地布设排水建筑物(天沟、急流坡、跌水、挡水墙、边沟、边沟挡水墙、渗水路堤、小桥涵等)以利通畅排水与输沙。

第四节 公路水毁的预防与根治

对于公路水毁如同人类的疾病一样 只要认真对待 是可以一

个一个地加以根治的。大家都知道，对于疾病，人们总是无病先防，有病早治。有病求医，也是力求医术精湛的医生诊治。弄清病情，辩证施治，对症下药，因而能够药到病除。对于公路水毁防治，同样也应以预防为主，消除水毁隐患，防患于未然。水毁发生后进行修复，也应有一支具有专业知识的技术队伍，精心设计、精心施工，修一处、保一处。

另外，各个省区每年都可能遭到一些不同程度的水毁，对这些水毁进行认真调查和技术总结，非常重要。因为失败是成功之母，吃一堑可以长一智。通过调查总结，弄清水毁真正原因，才能比较切合实际地进行水毁预防和水毁修复设计；同时也可搜集大量现场资料，对使用的科技成果进行检验、筛选和改进，积极推动科技的发展，加快根治公路水毁，减少水毁损失。

按照上述方法进行公路水毁防治工作，公路水毁将会逐步达到根治。

一、公路水毁能否根治^[4]

这里所说的根治，是指新建设和水毁修复设计的桥渡建筑物、路基冲刷防护建筑物和山区小型人工排水建筑物等（统称抗洪建筑物）要修一处、保一处的意思。目前有一种较普遍的看法，认为出现的洪水一旦超过了设计标准，公路建筑物遭到水毁是不可避免的，因此，为了使公路建筑物具有更大的安全性，就趋向于采用更罕遇的设计洪水标准，例如将 50 年一遇提高到 100 年一遇，或者将 100 年一遇提高到 300 年一遇等，这就促使公路桥梁趋向于修得更高、更长、公路路基高度提得更高而大量增加工程投资。

认真研究公路建筑物的水毁情况，不难发现，公路建筑物遭到水毁，主要或是由于设计依据不符合实际，或是公路建筑物遇到了设计时未料到的水力条件。

就桥梁而言，其可能遇到的水力条件是随桥位河段的河道演变（自然的或人工的）而发生变化的。随着洪水的增涨，桥梁可能

处于由不漫水到漫水的水力条件。因此，除了桥高超过极限洪水位外 广义而言 所有的桥梁都可视为漫水桥。根据现有的研究及一些漫水桥的实际使用情况，桥梁遇到的水力条件（如墩台冲刷承受的动水压力和浮力等）在洪水位与桥面齐平时最为不利。洪水继续上涨 水位高出桥面后 桥梁遇到的水力条件一般并不比水位与桥面齐平时更为不利。因此，在进行桥梁水文、水力设计时，如果将洪水与桥面齐平时的水力条件考虑进去，则桥梁在任何大小洪水条件下的安全就得到了保证，桥梁就可免于水毁。这样桥梁采用什么样的洪水频率设计就不是为了保证桥梁的安全，而纯属于经济上的考虑 即考虑桥梁在其经济使用年限内 桥梁因漫水中断交通可能受到的运输经济损失与提高设计洪水频率标准、减少桥梁漫水经济损失而增加的建桥投资，何者更为经济合算的问题。

在路基方面 目前公路路基冲刷防护建筑物中 浆砌片石护墙用得最多，一方面用它来支撑路基填土（起挡土墙作用）以保证路基的必要宽度，同时它又起到防御洪水淘刷路基的作用。护墙受到洪水顶冲时 在护墙处产生一种沿护墙墙面向下的下降水流 使护墙处出现很大的局部冲刷；其冲刷深度，当水流与护墙正交时，冲刷最深 水深越大 冲刷也越深 随着水深的增加 当水面与护墙顶路面齐平时 冲刷深度达到最大值 洪水继续上涨 漫上路面 护墙基础的冲刷深度并不增加。所以，护墙基础若按水位与路面齐平时的冲刷深度埋设，就可达到安全可靠而免于水毁。如路面采用封闭式“水洗路面”也不会发生。若采用丁坝防护护墙 护墙处的冲刷就转移到了丁坝头部 护墙受到了丁坝的保护 这时 护墙基础可以埋得很浅，在河床面下有一定安全深度即可，不作冲刷计算。丁坝若采用漫水丁坝，坝头冲刷在水位与坝顶齐平时达到最大值 按此设计修建的路基冲刷防护建筑物 也同样可以在任何大小洪水条件下达到安全可靠。

现在我们有根治公路水毁的科学依据，根治公路水毁已成为可以实现的目标。作者已按这样的见解，前后于 1983 年和 1986

年在陕西省商洛地区设计修建了十几处路基冲刷防护工程，基本上按 50 年一遇洪水设计，却经受了 1987 年 8 月 6 日发生的历史特大洪水考验（洪水重现期为 160~200 年），多处洪水漫上路面。最深处达 1m 左右，大部分工程在这样的洪水条件下仍然是安全的。

从上述可以看出，造成公路水毁的原因主要属于水力学问题。只要我们在新建公路的勘测设计和已建公路的水毁防治中把水力学问题处理好，大部分公路水毁问题可以得到解决。即使遭遇到超过设计标准的罕见历史特大洪水，公路也未必会出现更多水毁。

二、如何根治公路水毁

1. 新建公路水毁的根治

根治公路水毁首先应从加强公路测设中的水文、水力设计工作入手。重点是水力设计。对新建公路，只有设计部门提出的设计能够保证在设计洪水条件下安全可靠，才能使公路水毁防患于未然，公路水毁才能逐步达到根治。如果一条新建公路，该设计抗洪建筑物的地方，设计部门未作出设计，或设计修建的抗洪建筑物又不能保证在设计洪水条件下安全可靠，公路接养后，必然要进行水毁抢修，并新建和重建必要的抗洪建筑物等，给养护部门带来极大的困难和沉重的经济负担。目前已建公路上的很多路基水毁发生在沿河公路的半挖半填路基处，多半由于路基边坡未做防护加固，这些半挖半填路基受到较大洪水淘刷后，大多造成路基坍塌，出现很多缺口和坍塌半个以上路基。所以，根治公路水毁，不应当只视为养护部门的工作，而更应当视为设计部门的工作。设计部门提出的设计，要充分满足根治水毁的要求，避免把可能的水毁隐患留给养护部门。

2. 已建公路水毁的根治

目前公路养护部门每年要承担大量水毁修复工程的设计与施工，很好地取得这些水毁修复工程的投资效益，实为当前根治公路水毁的主要任务。因此，公路养护部门应当把防治公路水毁当作

一件大事来抓，有科学依据地进行水毁预防和水毁修复工程设计，精心设计、精心施工，修一处、保一处。一条新建公路，尽管已建的抗洪建筑物很少，接养后开始水毁较多，但只要水毁修复工程能修一处保一处，若干年后，该修建抗洪建筑物的地方都修建了，这一条公路的水毁就基本得到根治。这样，公路水毁就会逐年减少，水毁防治费用也将逐年降低。

三、公路水毁预防

预防必须有的放矢。应预防而未预防，将会造成更大的水毁损失；不需预防而作了预防又会造成浪费。怎样才能做到真正的预防，应依靠科学预测。

1. 非抗洪建筑物的水毁预防

主要指未进行冲刷防护的路基等。半挖半填路基，在受到较大洪水淘刷后，路基边坡中的较细颗粒被冲走，造成路基坍塌，现在出现的路基水毁，很多属于这种情况。由于大多未作预防加固，都是一旦水毁后，再进行修复。这样花费的投资，自然要比及早预防多得多。另外，河道的不利演变造成的路基和桥渡水毁，除少数突然而来，难以及早预防外，多数可以根据河道的演变过程及早预防。

2. 抗洪建筑物的水毁预防

对抗洪建筑物的水毁预防，需要进行科学预测，即利用现有的科学计算方法，验算已建抗洪建筑物在设计洪水条件下是否安全可靠，作出评定，不够安全的才进行预防。

要真正做到科学预防工作，现有从事公路水毁防治工作的技术人员，必须掌握防治公路水毁的专业知识，做好科学预测工作；同时，水毁预防经费也须得到保证。只有这样，才能真正贯彻实现预防为主方针，节约水毁防治费用。

3. 水毁预防与抢险的关系

公路水毁预防工作搞好了，水毁就会减少，水毁抢险自然也就