

中华人民共和国行业标准

铁路工程水文勘测设计规范

**Code for survey and design on hydrology
of railway engineering**

TB 10017—99

主编单位：铁道部第三勘测设计院

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：1999年9月1日

中 国 铁 道 出 版 社

1999年·北京

关于发布《铁路路基设计规范》等 4个铁路工程建设标准的通知

铁建设函〔1999〕157号

《铁路路基设计规范》(TB 10001—99)、《铁路隧道设计规范》(TB 10003—99)、《铁路工程水文勘测设计规范》(TB 10017—99)和《铁路驼峰及调车场设计规范》(TB 10062—99) 4个标准,经审查现批准发布,自1999年9月1日起施行。原《铁路路基设计规范》(TBJ 1—85)、《铁路隧道设计规范》(TBJ 3—85)(含1996年局部修订版)和《铁路桥渡勘测设计规范》(TBJ 17—86) 3个标准同时废止。

《铁路隧道设计规范》(TB 10003—99)中的围岩分级,采用了国家标准的分级排序,与原规范的围岩分类排序相反。《铁路工程地质技术规范》、《铁路隧道施工规范》及隧道衬砌标准设计图未修订发布之前,各单位在提供地质资料、设计文件和使用标准设计图及施工等过程中要注意新发布的围岩分级与原围岩分类的对应关系,避免发生错误。

以上标准由部建设管理司负责解释,由铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部
一九九九年五月十六日

前 言

本规范是根据铁道部铁建函〔1997〕54号文要求，在对《铁路桥渡勘测设计规范》(TBJ 17—86，以下简称《桥渡规范》)进行全面修订的基础上，增加有关内容编制而成。

本规范包括总则、术语和符号、桥涵、路基及其他建筑物(隧道、站场、立交地道、房屋建筑)等五章，并有附录八个。

本规范根据《防洪标准》、《水法》、《铁路法》等国家有关法规，在《桥渡规范》的基础上，第3章增加了桥头河堤防护和海湾地区水文计算，增加了第4章滨河、滨海、水库等特殊条件下路基防洪的勘测设计和冲刷防护、排水设计的规定，以及第5章对隧道、站场、立交地道、房屋建筑等铁路工程在防洪方面的布设原则、流量计算和排水设施设计等内容的规定。

在执行本规范过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料寄交铁道部第三勘测设计院(天津市中山路10号，邮政编码：300142)，并抄送铁路工程技术标准所(北京市朝阳区门外大街227号，邮政编码：100020)，供今后修改时参考。

本规范由铁道部建设管理司负责解释。

本规范主编单位：铁道部第三勘测设计院。

本规范主要起草人：方根男、孙学祥、王槐青、杨连裕、李庆生、王学寅。

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	4
2.1	术 语	4
2.2	符 号	5
3	桥 涵	8
3.1	桥涵勘测	8
3.2	桥位选择	18
3.3	设计洪水	23
3.4	孔径设计	31
3.5	壅水计算	39
3.6	冲刷计算与防护	40
3.7	桥头河滩路堤	45
3.8	桥头河堤防护	52
3.9	导治建筑物	53
3.10	特殊情况水文计算	59
4	路 基	72
4.1	滨河路基	72
4.2	滨海路基	73
4.3	水库路基	75
4.4	路基冲刷防护	75
4.5	路基排水	77
5	其他建筑物	78
5.1	隧 道	78
5.2	站 场	79
5.3	立交地道	81

5.4	房屋建筑	82
附录 A	溃坝流量计算	84
A.1	坝址断面溃坝最大流量	84
A.2	桥址断面溃坝最大流量	86
附录 B	河段类别	87
附录 C	泥石流分类简表	89
附录 D	天然河道洪水糙率系数表	90
附录 E	堰流公式表	92
附录 F	水深 1 m 时非黏性土不冲刷流速 v_{R1} 表	94
附录 G	墩形系数表	95
附录 H	泥石流堵塞系数表	99
本规范	用词说明	100
《铁路工程水文勘测设计规范》	条文说明	101

1 总 则

1.0.1 为统一铁路工程水文勘测设计技术标准，使之符合防洪、水利、环保等方面的要求，保障铁路正常运行，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建铁路工程的水文勘测设计。

1.0.3 铁路工程设置应能防御设计洪水，使设计洪水顺畅排泄。铁路工程的排水设施应互相配合，组成一个完整的排水系统，同时还应和农田水利、水陆交通和周围环境保护等相互配合。当铁路工程设在城镇时，其排水设施还应与城镇排水设施相配合。

1.0.4 水文资料的搜集，应做好调查研究，并鉴别其可靠性。水文、水力计算成果，应与当地具体条件和地区水文特征进行分析核对。

1.0.5 铁路工程应按表 1.0.5—1、表 1.0.5—2、表 1.0.5—3 和表 1.0.5—4 的洪水频率标准进行设计或检算。

表 1.0.5—1 桥涵、路基洪水频率标准

铁路等级	设计洪水频率			检 算 洪 水 频 率
	桥梁	涵洞	路基	技术复杂、修复困难或重要的大桥和特大桥
I、II	P100	P50	P100	P300
III	P50	P50	P50	P100

注：1 若观测洪水（包括调查洪水）频率小于表列的设计洪水频率标准时，应按观测洪水频率设计，但当观测洪水频率小于下列频率时，应按下列频率设计：

I、II级铁路的路基、特大桥和大中桥为 P300，小桥和涵洞为 P100；III级铁路的路基、桥涵为 P100。

2 遇水位不随流量而定，如逆风、冰塞、潮汐、倒灌、河床变迁、水库蓄水及其他水工建筑物的壅水等，则流量与水位应分别确定。

3 有压和半有压涵洞的孔径应按设计路堤高度的洪水频率检算。

表 1.0.5—2 隧道洪水频率标准

铁 路 等 级	设计洪水频率
I、II	P 100
III	P 50

表 1.0.5—3 站场洪水频率标准

工 程 种 类	设计洪水频率
车站、机务段、车辆段、客车整备所的路基	与表 1.0.5—1 路基标准相同
货 场	P 50

表 1.0.5—4 房屋建筑洪水频率标准

工 程 种 类	设计洪水频率
机务段、车辆段主要车库及有关行车作业房屋	与表 1.0.5—1 路基标准相同
1 000 人及以上站房、铁路分局办公楼、通信站调度所、配电所、列检所等	P 50
一般生产、办公房屋及仓库	P 25~P 50
居住、公共服务、相关配套房屋	P 25~P 50

1.0.6 设在水库淹没范围内的铁路工程，应采用本规范第 1.0.5 条所列洪水频率标准。设在水坝下游的铁路工程，当水库设计洪水频率标准高于铁路工程洪水频率标准时，应按本规范第 1.0.5 条所列标准的水库泄洪量加铁路工程与水坝之间的汇水量作为设计及检算流量；当水库校核洪水频率标准低于铁路工程洪水频率标准时，应与有关部门协商，提高水坝校核洪水频率标准，使其与铁路工程洪水频率标准相同，当有困难时，除按河流天然状况设计外，并应适当考虑溃坝可能对铁路工程造成的不利影响。溃坝流量计算方法可按附录 A 采用。

1.0.7 在水坝上下游影响范围内的铁路工程，应考虑水库淤积

和清水冲刷等情况对铁路工程造成的不利影响。

1.0.8 铁路工程中需按流量设计的排水沟、管，其洪水频率标准或暴雨强度标准应符合本规范有关章节的规定。

1.0.9 改建铁路当既有工程不能满足设计洪水频率标准要求时，应根据多年运营和水害情况以及流域内水文特征的改变，确定该工程是否需要改建或废弃。

1.0.10 铁路工程水文勘测设计，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 设计洪水频率 *designed flood frequency*

根据有关标准规定作为设计依据的洪水频率。

2.1.2 设计流量 *designed discharge*

与设计洪水频率相对应的洪水流量。

2.1.3 设计水位 *designed water level*

与设计流量相对应的水位。

2.1.4 冲刷系数 *coefficient of scour*

桥下需要的过水面积与建桥后不考虑冲刷的供给面积之比值。

2.1.5 壅水 *back water*

水流受到压缩或潮水水位、干流水位顶托而导致上游水位抬高的现象。

2.1.6 河槽 *river channel*

河床中在洪水期床面上有底沙运动的部分。包括主槽和边滩。

2.1.7 河滩 *flood land*

河床中在洪水期淹水，但床面上无底沙运动的部分。

2.1.8 一般冲刷 *general scour*

洪水时桥下流速增大，导致桥下河床普遍下降，包括河流的天然冲刷和建桥后压缩水流的冲刷。

2.1.9 局部冲刷 *local scour*

建桥后水流为桥墩、桥台所阻而对桥墩、桥台周围产生的冲刷。

2.2 符 号

- A ——单宽流量集中系数
 b_g ——坝体溃决口门平均宽度
 B ——设计洪水时的水面宽
 B_1 ——桥墩计算宽度
 B_c ——桥下河槽部分桥孔过水净宽
 B_d ——造床流量时的河宽
 B_g ——坝长或坝址断面附近库区宽度
 B_k ——临界水深时的过水断面水面宽
 B_t ——桥下河滩部分桥孔过水净宽
 C ——谢才流速系数
 C_c ——桥下河槽部分的谢才流速系数
 C_g ——偏差系数
 C_t ——桥下河滩部分的谢才流速系数
 C_v ——变异系数
 \bar{d} ——河床土平均粒径
 \bar{d}_c ——河槽土平均粒径
 D ——浪程
 D_c ——泥石流堵塞系数
 E ——与汛期含沙量有关的系数
 E' ——桥孔偏置系数
 h_0 ——桥墩局部冲刷坑深度
 h_k ——临界水深
 h_m ——桥下最大水深
 h_0 ——天然水深
 h_p ——桥下一般冲刷后的最大水深
 h_{mc} ——桥下河槽最大水深

- k_{\max} ——桥下河滩最大水深
- \bar{k}_c ——桥下河槽部分平均水深
- \bar{k}_t ——桥下河滩部分平均水深
- Δk ——桥下水位应考虑的提高值
- Δk_p ——除桥前壅水高以外的水位附加高度
- $\Delta k_p'$ ——自静止水面算起的波浪在边坡上侵袭的高度
- H ——水位高度；涵洞净高
- H_0 ——桥（涵）前积水深
- H_p ——设计水位
- $H_{0.1\%}$ ——累积频率为 1% 的波浪高度
- H_{\min} ——路堤路肩最低高程
- \bar{H} ——造床流量时的平均水深
- \bar{H}_b ——波浪的平均高度
- ΔH_a ——受桥前壅水影响在河滩路堤上游侧形成的最大壅水高度
- ΔH_x ——河滩路堤计算端下游侧的沿堤水位，较天然河道设计水位的降低值
- I ——水面坡度
- I_k ——临界坡度
- I_L ——冲刷范围内黏性土样的液性指数
- I_0 ——桥址河段天然水面坡度
- K_p ——模比系数
- K_q ——河床颗粒影响系数
- K_t ——墩形系数
- L ——河段长度
- L' ——由桥头路堤起点至路堤上游侧形成最大壅水处的距离
- L_k ——由桥头路堤起点至同一端岸边的距离
- P ——冲刷系数

- Q ——流量
 Q_s ——坝址断面溃坝最大流量
 Q_p ——设计流量
 Q_t ——桥下河滩部分通过的设计流量
 R ——水力半径
 R_k ——临界流的水力半径
 S ——由桥轴线至形成桥前最大壅水高度处的距离
 v ——一般冲刷后墩前行近流速
 v_k ——临界流速
 v_p ——设计流速
 \bar{v} ——断面平均流速
 \bar{v}_M ——桥下平均流速
 ΔZ_M ——桥前最大壅水高度
 α ——水流方向与桥梁轴线之法线间的夹角
 β ——水流方向与路堤边坡上水边线所成的平面夹角
 e ——侧收缩系数
 ξ ——局部水头损失系数
 σ ——标准差
 φ ——流速系数
 φ_p ——离均系数
 ω ——过水断面面积
 ω_k ——临界水深时的过水断面面积
 ω_s ——桥下供给过水断面面积
 ω_x ——桥下需要过水断面面积
 a_p, q ——设计暴雨强度
 ϕ ——径流系数
 F ——汇水面积

3 桥 涵

3.1 桥 涵 勘 测

3.1.1 桥涵布设应根据不同河段的特点，结合地形、地质等自然条件进行。河段类别应按附录 B 的规定分类。

3.1.2 桥涵勘测资料的精度和施测要求，除符合本规范规定外，尚应符合铁道部现行的《新建铁路工程测量规范》的规定。

3.1.3 桥涵勘测期间的主要任务应包括以下内容：

1 编制预可行性研究报告前，应对控制线路的桥渡进行纸上研究或利用航摄像片进行水文判释，并去现场重点调查和核对。对线路可能通过地区的水文、大型水利设施、地形和地质特征等应进行了解。

2 初测期间应为桥涵可行性研究提供必要的资料。对特大桥和控制线路方案的大桥以及水文、地质复杂地区的大桥，应通过桥位和桥式方案的比选提出推荐方案；对一般大中桥，必要时也应适当进行上述比选工作；应通过现场水文勘测确定特大桥、大中桥的设计流量和小流域暴雨径流的计算方法；对增建第二线，应提出左右侧和并行或绕行的意见；对既有桥涵提出改建、加固和利用的原则。当水文因素特别复杂时，除汛期必须进行实地水文观测外，必要时还应进行水工模型试验。

3 定测期间应根据可行性研究报告批复意见，对初测资料进行核对和补充。对初测后发生过的较大洪水应进行补测，对可行性研究报告中已确定的改建、加固或利用的既有桥涵，应进一步落实，并应考虑有关单位提出的合理要求。

3.1.4 桥涵勘测前应向有关部门调查、搜集以下资料：

1 地形资料

包括地形图，航摄像片，水准点的位置、高程及高程系统，

三角点、导线点的坐标和方位角等资料。

2 水文资料

1) 流域水系图，桥涵所在地的流域面积，桥址附近的河床及河岸变迁资料，流域内有关水文测站历年实测的最大流量及其相应的水位、流速、糙率、水面坡度、测流断面和水位流量、水位流速关系曲线等资料。

2) 流域的勘察报告、水文调查和历史水灾分析报告，各种水文图集，暴雨洪水查算图表以及文献、地方志等资料。

3 降水资料

有关气象、水文台站历年长短历时和最大 **24 h** 降水量等资料。

4 流冰、流木资料

河流最高和最低流冰水位，封冻最高水位，冰厚，冰块最大尺寸，冰块的密度，流冰的速度，冰坝抬高水位的高度，流木最大长度和筏运资料，以及漂流物类型、大小尺寸等资料。

5 通航资料

桥址河道的通航等级、航道图、航行线位置，最高最低通航水位、封冻停航水位，通航净空、通航孔数，排筏最大宽度和长度，以及航道整治规划等资料。

6 既有桥涵资料

各种图表、台账、履历簿、鉴定书、检算资料，泄洪能力，冲淤情况，涵前积水位和水害、病害等方面的资料。对水害、病害桥涵尚应搜集运营单位历次改善措施，同时搜集邻近既有铁路和公路桥涵的档案和排洪情况等资料。

7 其他资料

沿线农田水利、灌溉排涝和城市交通、排水、规划等方面的资料。

3.1.5 桥涵勘测应测绘以下内容：

1 特大桥、大中桥

1) 初测

(1) 桥位方案平面图、桥址平面图：特大桥、水文复杂的大桥及控制线路方案的大桥均应测绘，地质复杂时还应有必要的工程地质资料。增建第二线与改建既有线的桥位方案平面图及桥址平面图还应测绘既有线路的中心线以及桥梁和导治建筑物位置。既有桥渡附近的斜流、涡流、死水和冲淤显著地段也宜一并测入图内。

(2) 桥址纵断面图：特大桥、复杂大桥、墩高 50 m 以上的高桥均应测绘，并加绘工程地质资料。一般大中桥必要时测绘。既有桥梁桥址纵断面图（必要时应包括工程地质资料）还应测出既有墩台及其附属建筑物的位置、有关尺寸和高程。

(3) 既有桥的丈量：主要应丈量桥长、跨度、桥高等尺寸。基础在必要时应作开挖或探测。

2) 定测

(1) 桥渡总平面图：特大桥必要时测绘，也可利用初测桥位方案平面图，进行核对、修正并加绘线路中心线而成。

(2) 桥址平面图：特大桥及大中桥均应测绘（包括水上地形），地质复杂的还应有工程地质平面图。

(3) 桥址纵断面图：大中桥两岸应设置中线控制桩测绘此图，并加绘工程地质资料。对于斜交桥尚应测绘桥址正交断面图。既有桥梁桥址纵断面图（包括工程地质资料）可利用初测资料进行核对补充。

(4) 桥址辅助断面图：当地面坡度陡于 1:3 或地质复杂的桥址，应在平行于线路中心线上、下游各 3~10 m 范围内测绘辅助纵断面图，在墩台基础范围内测绘辅助横断面图，且均应加绘工程地质资料。

(5) 既有桥丈量图：应包括上、下部结构尺寸、桥长、跨度、梁宽、梁高、墩台及梁中心线与线路中心线的关系，以及各部位高程和结构病害部位等。当需要改建加固而无竣工资料时，应进行必要的开挖或探测。

2 小桥涵

1) 初测

(1) 汇水面积图：可利用既有地形图和航摄像片沿线路连续勾绘。定测时成图。

(2) 泄水隧洞平面图：可利用线路平面图加宽，其范围应能满足确定泄水隧洞长度、出入口和附属建筑物的设置。

(3) 既有小桥涵丈量图：可结合竣工图或工务台账，丈量其外露部分的主要尺寸。

2) 定测

(1) 桥（涵）址平面图：凡地形、水文或附属工程较复杂的工点均应测绘，测绘范围视实际需要确定。增建第二线的桥（涵）址平面图，还应测绘既有线路的中心线、既有桥涵和附属工程位置。改建既有线的桥（涵）址平面图，需要时测绘。

(2) 泄水隧洞洞口平面图：测绘范围应能满足确定洞口位置和设置出入口附属建筑物的需要。

(3) 桥址纵断面图：对既有可能改设涵洞的小桥，应同时测绘涵洞轴向断面。地质复杂时应加绘工程地质资料。

(4) 桥址辅助断面图：当地面坡度陡于 $1:3$ 或地质复杂的小桥，应在平行于线路中心线上、下游各 $3\sim 5\text{ m}$ 处测绘辅助纵断面图，并在墩台基础范围内测绘辅助横断面图和加绘工程地质资料。

(5) 涵洞轴向断面图：新建涵洞在洞身长度范围内可按直线施测，当测取足够长度后，即可转向与原沟沟心顺接。出口排水困难时，施测范围应予加长。地质复杂时应加绘工程地质资料。对于陡坡涵洞的轴向断面长度，应能满足陡坡建筑物的设置。增建第二线涵洞的轴向断面图，除按新建涵洞要求施测外，尚应测出其相应的既有涵洞轴向断面位置的关系。既有涵洞轴向断面图应注明与线路的平面关系、斜交角度、既有涵洞在线路上下游的长度、路肩宽度以及路肩、帽石顶、出入口流水面及沟底高程。

(6) 泄水隧洞洞身纵断面图及出入口横断面图：在陡峻

山坡及洞口地形复杂时，应测绘垂直于轴向断面的横断面图。

(7) 既有小桥涵丈量图：可利用初测资料进行核对补充；既有涵洞接长时，应详细丈量其接长端结构细部尺寸；既有小桥改建时应按既有大中桥改建要求丈量各部尺寸。

(8) 改河、改沟和灌溉渠平面、纵断面和横断面图：在平坦地区，断面图可在平面图上点绘。

3 水工模型试验时应测绘以下资料：

1) 桥址平面图

施测范围应根据具体情况确定，桥址上游要包括一个洪水流向较为固定、水位流量关系较为稳定的控制断面；下游不应短于水流过桥后恢复到天然水位（或水深）的河段长度。测绘宽度必须达到河流两岸最高历史洪水位泛滥线以外，并酌加一定富余量。图上应绘出河床断面和调查洪水位的位置。

2) 河床横断面图

在桥址地形施测范围内，每隔 50~200 m 测一河床横断面，河床形状显著变化处需加测断面。断面上应注明滩槽、各部分地貌、糙率和土的种类及粒径等。

3) 洪水坡度图

可利用水文站的观测资料并调查历史最高洪水位和次高洪水位，绘出最高和次高洪水位的水面坡度图，同时在图上应绘出测量时顺洪水流向的水面坡度和河底坡度线。

3.1.6 水文调查应包括以下内容：

1 洪水调查

1) 调查各次大洪水发生的时间（包括年、月、日）、大小和稀遇程度，以及洪水时的雨情、水情与灾情。调查洪水来源、发生原因、涨落幅度、洪水时的主流方向和有无漫流、分流、死水以及流域自然条件有无变化和人类活动影响等。除了实地调查洪水外，还应广泛搜集有关地方历史文献档案、水利河道专著。

2) 调查各次大洪水的洪痕水位，同一次洪水至少要调查 3 个以上可靠或较可靠的有代表性的洪痕点。洪痕的可靠程度可

按表 3.1.6 的规定评定。

表 3.1.6 洪痕可靠程度评定标准

等 级 评定因素	可 靠	较 可 靠	供 参 考
洪水痕迹	明 显	不甚明显	无痕迹
洪水发生情况	确 切	尚确切	不甚确切
旁证情况	有较多的旁证	有旁证资料	无旁证资料

2 河道调查

1) 调查河道弯曲和滩槽情况，以及有无支流、分流、急滩、卡口、滑坡、塌岸和壅水现象等；调查既有桥涵、堤防等的所在位置、修建年代、使用情况、防洪标准及对河道水流的影响；调查水害破坏情况。

2) 调查河道历史上边滩和沙洲的移动、支汊分流的变化、漫溢泛滥的宽度、河流稳定的程度、改道的原因、航道的变化等，并分析预估演变发展的趋势。

3) 调查河床冲淤变化、上游泥沙来源、历史上淤积高度和下切深度。

4) 调查河道规划与河底管线等埋设物的情况。

3 冰凌调查

调查历年封河及开河的时间、开河形势、流冰水位及时间、上下游是否形成冰坝，以及上下游水工建筑物对流冰的影响。

4 汇水区流域特征调查

- 1) 土质种类及其分布；
- 2) 农田、森林、沼泽和岩溶的情况；
- 3) 流域的地形、地貌和植被情况；
- 4) 人类活动的影响。

5 其他

- 1) 调查濒临大河有无倒灌情况。

2) 调查低水位、常水位及其持续时间。

3.1.7 水文测绘应包括以下内容：

1 水文断面

每个桥渡至少应施测两个水文断面。断面位置应根据河段特征、水文情况和洪水位的分布密度确定。

1) 水文断面宜选在水流顺直、河床稳定、冲淤变化小、岸坡稳定的河段上且宜与主槽及河滩流向垂直。施测范围应高于最高历史洪水位 **0.5 m** 以上。漫滩较宽的河流可测至最大历史洪水边界。河槽与河滩的划分及相应的糙率应在现场确定。

2) 对增建第二线和改建既有线的桥渡，应在桥渡附近选择一个水文断面，并在不受既有桥影响的河段上，再选一至两个水文断面作为流量计算断面。

2 水文平面关系

施测范围应包括调查的洪水位点、水文断面和桥位方案的位置，可利用桥位方案平面图进行补充。当水文断面专供推求流量使用时，可不测绘平面关系。

3 水面坡度图

在顺直河段上可沿一岸施测。在弯曲河段或当设计需要时，应在两岸同时施测。

4 小桥涵水文测量

1) 汇水区流域特性调查应符合本规范第 **3.1.6** 条第 4 款的规定。

2) 搜集沿线地区的雨量等有关资料，对选用的流量计算公式（包括地区性计算公式）进行验证。验证时采用水文调查或间接推算等办法，必要时可进行水文观测。

3) 对于沟槽明显的河沟，有条件调查历史洪水位时，应实测沟床（或水面）坡度和沟床横断面，调查沟岸和岸壁情况，推算设计水位、流量和流速。

3.1.8 水文及冲刷观测：

1 水文观测的项目应包括水位、流速、流向、船筏走行和

含沙量等。泥沙测验工作可按照水利部现行《水文测验规范》的规定办理，其余观测项目应符合铁道部现行《新建铁路工程测量规范》的规定。

2 增建第二线和改建既有线需探清既有桥冲刷情况，冲刷观测应符合铁道部现行《既有铁路测量技术规则》的规定。

3.1.9 泥石流地区除按一般要求进行水文测量外，尚应进行以下工作：

1 搜集资料

1) 有关泥石流流域资料，可利用航摄像片以判释了解泥石流沟的地形、地貌、地质等特征；

2) 泥石流沟的流域平面图和坍方地貌图，如搜集不到则需进行实测。

2 实地调查

1) 形成区、流通区、堆积区的地貌；

2) 松散固体物质的来源、分布、储量及容重；

3) 水源及泥位痕迹，泥石流发生过程概况、灾情、堵塞、冲淤等的情况；

4) 流域内不合理伐木、陡坡垦荒、开矿、筑路弃碴等人类活动的影响；

5) 已成建筑物的情况。

3 观测与试验

对规模大、危害严重的泥石流沟，应进行泥石流龙头高度、运动速度、流动特征的现场观测和黏度、静切力等静力学试验，并可按附录 C 确定泥石流的分类。

3.1.10 岩溶地区除必须进行地质调绘勘探外，尚应进行以下工作：

1 调查测绘区域地表水系、汇水面积、地下水源及其与地表水的关系，判明其特征与性质。

2 调查施测汇水区封闭洼地及消水溶洞的位置、深度、控制面积、积水高度和消水能力等。对溶洞和溶泉还应调查其出水

流量的变化幅度与规律、水的来源、出水流量与地区降水量的关系等。必要时还应进行观测，掌握降水、消水、积水、出流的关系和其他水文资料。

3 调查搜集沿线岩溶地区既有建筑物的破坏、变形、工作现状、历史情况以及工程措施和整治方法等。

4 当线路通过消水溶洞的边缘，消水溶洞又承接上游明河水流，洪水能形成积水时，应查明该地区最大积水高度。

3.1.11 当桥渡受潮汐水流影响时，应调查、搜集、测绘下列资料：

1 搜集测站历年最大潮流量、最大潮洪流量、最高潮位、最低潮位、最大潮差、潮型、涨落潮历时、潮流速、风暴潮等资料。

2 测绘桥址附近之河道地形图，对受潮汐影响区段的其他部分，可只测河道横断面图。当能搜集到桥址河段历年河道地形图、航道图或海图，以及桥址处河道断面等资料时，也可不测。

3 搜集桥址上下游水工建筑物的设计和现状、河段的航道标准、河口的整治及冲淤变化等资料。

4 封冻及流冰的感潮河段，应调查是否形成冰坝和搜集冰块尺寸、冰层双向移动及上下浮动资料。

5 调查海水碎浪高度。

6 当搜集不到实测资料缺乏时，应进行水位、流量现场观测，观测时间不应短于一整年。如时间和条件限制，可仅作洪枯水季节的观测，观测时间均不应短于一个月。观测时应有逐时（每小时）连续实测记录，其垂线数目不应少于 **3** 条。同时应作相应测点的盐度观测；必要时尚应进行洪水与高潮位顶托影响的水位和涨落潮流速的观测。

3.1.12 水利化地区的水文测量除按一般要求搜集有关资料外，尚应进行以下工作：

1 全面了解流域水利化历史、现状和近远期治理规划。搜集流域河道、堤防、泵站涵闸、防洪排涝等规划和设计资料以及

大比例尺地形图和河道纵横断面资料。泵站和涵闸的实测水文资料也应搜集。

2 调查了解有关跨流域的规划以及河网、圩区的分布，各圩之间、各河汊之间及其与主河道的连系和水流调节方向，蓄洪、滞洪、分洪区和堤闸的设施及运用原则，以及历史上溃堤破圩和蓄洪、滞洪、分洪情况与各种特征水位。

3 调查多沙河流的行洪滩地有无放淤的可能，了解放淤引水的能力和淤积的影响。

4 调查水土流失严重地区的泥沙淤积、崩塌、滑坡等情况。

5 调查灌溉系统的分布、调节水流的方向、排灌方式及水源等资料，对大型灌渠还应向水利部门搜集最大灌溉流量资料，兼有排洪任务的渠道，尚应搜集渠道最大排洪流量。

3.1.13 位于水库地区的桥渡除按一般要求进行测量外，尚应调查搜集下列资料：

1 水坝上游库区建桥

1) 搜集水库的性质、等级、设计标准、管理运用情况和主坝、副坝（包括自溃坝）、溢洪道等的工程设施；

2) 搜集库区地形图、河床纵横断面图；

3) 搜集水库的水位与容积关系曲线、水位与水面面积关系曲线，以及水位与总下泄流量关系曲线；

4) 搜集建库前，在天然情况下桥址处河道的水位与流量关系曲线、水位与流速关系曲线、设计径流量、设计流量过程线 and 历史最大流量过程线等资料；

5) 搜集水库各种特征的水位和库容、与桥梁设计洪水频率相同的壅水曲线，以及设计的淤积年限和淤积计算等资料；

6) 搜集水库库岸稳定情况的资料；

7) 调查库区最大波浪高度、波浪侵袭高度及其相应的库水位资料；

8) 调查库区冰情；

9) 了解桥梁施工时库区可能的高、低水位及持续时间。

2 水坝下游建桥

除按水坝上游库区建桥要求搜集的有关资料外，尚应调查搜集以下资料：

- 1) 水库与桥梁相同设计频率的下泄流量资料；
- 2) 在水坝海漫下游处，河底局部冲刷的最大深度及冲刷向下游扩展的情况；
- 3) 水坝与桥址间汇入的各大支流设计流量和流域面积；
- 4) 已成水库多年来下游河床水文测验和有关水文调查资料。

3.2 桥 位 选 择

3.2.1 技术复杂、修复困难或重要特大桥的桥位，在已定线路大方向的前提下，应根据河流形态、地质特点、通航条件、地面设施、施工布局以及与地方工农业发展的关系，在较大范围内作全面比选确定。当方案比选结果相仿时，应优先采用水文及地质条件较好的桥位。

3.2.2 一般特大桥和大中桥的桥位，应配合线路走向，在适当范围内根据河段的水文、地形、地质、地物等特征，经综合比选确定。

3.2.3 地震区的桥位选择，应按现行的国家标准《铁路工程抗震设计规范》有关规定执行。

3.2.4 桥位选择在水文方面应符合下列要求：

1 桥位应选在河道顺直、槽深、主流稳定、河槽通过流量较集中的河段上，不宜选在不稳定的河汊、泥沙冲淤严重、水流汇合口、急弯卡口、旧河道和具有滞洪作用的河段或洼地上；

2 在水深流急的山区峡谷河段上，桥位宜选在可以一孔跨越处。否则，宜选在河谷比较开阔、水深较浅和流速较缓处；

3 桥位选择应注意河道的自然演变和修桥后对天然河道的影晌；平原蜿蜒河段上的桥位，还应注意河湾的可能下移；

4 在平原分汊河段上，应了解沙洲消长范围，桥位宜选在

深泓线分汊点以上或深泓线汇合点以下处；

5 桥梁轴线宜与中、高水位时的流向正交，如不能正交则应在孔径及墩台、基础设计中考虑其影响；

6 在城市和重要工业区有特殊防洪要求时，桥位宜选在其上游跨越；

7 在结冰河流上，桥位不宜选在容易发生冰塞、冰坝的河段上。

3.2.5 桥位选择在地形、地貌、地物等方面应符合下列要求：

1 应利用山嘴、高地等不易冲刷的稳定河岸作为桥头的依托；对公铁两用桥的桥位，宜选在两岸地形较高并便于和既有公路或规划公路网连接的地点；

2 应避开上下游有山嘴、石梁等干扰水流畅通的地形；

3 在冲积扇上宜选在上游狭窄河段或下游收缩河段，不宜跨越中游扩散河段。如必须通过扩散河段时，宜采取一河多桥，使各桥位大致位于同一等高线上；

4 应避免地面、地下既有设施的拆迁；较长桥梁的引桥可设在大半径的弯道上，但不宜设在反向曲线上；

5 应考虑施工场地、材料运输和施工架梁等方面的要求；

6 在城市范围内的桥位选择，尚应与城市规划相配合。

3.2.6 桥位选择在地质方面应符合下列要求：

1 应选在基岩或坚实土层埋藏较浅处；

2 不宜选在断层、滑坡、溶洞、盐渍土和泥沼等地质不良地段；

3 特大桥引桥很长时，应探明引桥范围内的地质条件。

3.2.7 桥位选择在通航方面应符合下列要求：

1 桥位应选在航道比较稳定的河段上；

2 桥位应远离滩险、弯道和汇流口；

3 桥位应选在船队编组或排筏编组场的上游，应离开既有水工设施、港口作业区和锚地有一定距离；

4 桥位处应有足够的通航水深，通航期内水的流向与桥轴

法线的夹角不宜超过 5° 。

3.2.8 泥石流地区的桥位选择应符合下列规定：

1 桥位应选在沟床固定、主流较稳定、水流较顺直处，并宜与主流正交；

2 桥位不应选在沟床纵坡由陡变缓地段；

3 严禁开挖设桥，不得改沟并桥；

4 在泥石流发展强烈的形成区不应设桥；

5 线路跨越泥石流流通区时，桥位应选在流通区的直线段，并避开弯道的转折处；

6 线路通过泥石流堆积区时，桥位宜避开扇腰、扇顶部位，而宜选在扇缘或其尾间部位。线路应沿等高线定线，桥梁宜分散设置。如堆积扇濒临大河受到水流切割时，桥位选定应考虑切割的发展，留有安全的距离；

7 线路通过泥石流堆积扇高程与平面位置大致平顺的泥石流群时，宜在各沟的山口处跨越，或切各扇缘定线设桥。

3.2.9 岩溶地区的桥位选择应符合下列规定：

1 根据地质地貌特征，宜在岩溶发育轻微的区域内选择桥位；必须在岩溶严重地段设桥时，则应选在岩层完整、洞穴顶板较厚处。

2 当线路跨越岩溶地区的构造破碎带时，桥位选择：

1) 应避开构造破碎带，当无法绕避时，应使桥位垂直或以较小斜交角度通过；

2) 应避开巨大洞室和大竖井。

3 可溶岩层与非可溶岩层的接触带不宜设桥，宜设在非可溶岩层地带上。

4 线路跨越岩溶丘陵区峰间谷地时，桥位不宜选在漏斗、落水溶洞、溶泉、地下通道及暗河露头处。如经综合选线必须在该处设桥时，应探明岩溶的位置和水文条件，采取相应的工程措施。

5 岩溶坍塌区的桥位应选在下列位置：

1) 工业或民用取水点所形成的地下水位下降漏斗范围以外处;

2) 覆盖土层较厚、土层稳固、洞穴和地下水位稳定处。如坍塌范围小,可用单跨桥跨越。

8 暗河范围内不宜设桥,也不宜靠近或与暗河走向平行,当不能避开时,应使桥位垂直或以较小斜交角度通过。

3.2.10 感潮河段上的桥位选择应符合下列规定:

- 1 不宜选在涌潮区段;
- 2 应避开凹岸和滩岸消长多变地段;
- 3 不宜紧邻挡潮闸。

3.2.11 水利化地区的桥位选择应符合下列规定:

1 线路不宜在地势低洼的蓄洪、滞洪和分洪区通过,不然应考虑桥渡受淹后的影响。

2 桥位不宜选在水闸、引水或分洪口门等水利工程附近,当不可避免时,应考虑相互的影响。

3 河网地区必须与当地水利和航运规划相配合,桥位宜选在地形较高处,不宜选在淤泥或土质特殊松软的地段。

4 线路跨越灌溉渠网时,不应轻易破坏原有排灌系统和穿越大片良田耕地。当与大干渠相邻并行时,两者间应保持一定距离。在山坡地段,线路应在大干渠上坡侧通过。当必须在下坡侧通过时,应考虑干渠的渗漏及其对山洪流量的重分配作用,以及可能的溃决对铁路的影响。在平坦地区,线路与干渠不宜太近。

3.2.12 水库地区的桥位选择应符合下列规定:

1 在水坝上游库区内,桥位宜选在库面较窄、岸坡稳定、泥沙沉积较小的地段;在封冻地区,桥位不应选在回水末端、容易形成冰坝的地段。

2 在水坝下游,桥位应离开坝址有相当距离,并注意坝下局部冲刷的影响。

3.2.13 车站范围内的桥位选择应符合下列规定:

- 1 车站范围内的桥涵,必须与站房、股道、排洪系统密切

配合，不宜将天然水流改至站外。站内改沟合并应全面规划，务使水流畅通。

2 在站内泥石流沟或流量较大的河沟上建桥时，桥上应尽量减少站房和股道的布置。

3 车站范围内应考虑当地交通的合理需要，适当设置农业机械，人畜车辆通行的立交桥。季节性的排洪桥涵有条件时，可兼做立交桥使用。

3.2.14 沿线小桥涵位置选择应符合下列规定：

1 小桥涵应根据排洪、灌溉和交通需要，结合地形、地质等自然特征合理选定。每个汇水区都应设置小桥涵，当汇水流量较小，可考虑改沟合并，但应避免长距离改沟和强行合并。

2 山区小桥涵应逢沟设置。当沟深弯曲又与线路斜交，且在水文、地形、地质和施工有利时，可修建泄水隧洞。在山区路堑地段，有条件时可考虑修建渡槽。

3 山口冲积扇上的小桥涵应在主沟处分散设置，不应强行改沟至低洼处；两冲积扇间洼地，也应布设桥涵。

4 山前漫流无显著沟槽地区，应采取分片泄洪原则，在主要水流处布设桥涵。

5 平原区排水桥涵应合理布设，避免农田积水内涝。

3.2.15 增建第二线上的桥位必须从整体出发，除应综合考虑施工、运营、航运、以及线路和站场等要求外，尚应考虑下列因素：

1 既有桥上游设置的导治建筑物、破冰棱、桥头河滩路堤等防护工程设施可资利用时，第二线宜选在下游侧；

2 水利工程或公路交通与铁路有干扰时，或河道内有残存障碍物干扰施工时，宜选在无干扰侧，或干扰较少的一侧；

3 既有建筑物，高压线等设备的位置，不宜轻易拆迁。

3.2.16 增建第二线与既有线的线间距，应考虑通航和城市防洪要求、既有桥工作情况、桥梁基础结构状态、地质条件、施工和行车干扰等因素，必要时尚应与有关部门协商后确定。第二线桥

与既有线桥的桥墩，在水中部分宜相对应。

3.2.17 改建既有线时，若既有桥与既有线的平纵断面配合合理，且无显著缺陷，又无足够依据时，不宜轻易改移位置、封闭或缩孔。

3.3 设计洪水

3.3.1 桥涵设计洪水应包括符合本规范第 1.0.5 条规定的设计洪水频率流量及其相应的水位和洪水过程线。

3.3.2 对设计洪水的基本资料应审核其可靠性、独立性、一致性和系列代表性。

3.3.3 设计洪水可根据资料及地区特点，采用多种方法计算，经分析论证后，选用其合理者。

3.3.4 在桥址或其上、下游，具有 20 年及以上的实测流量资料，并调查到历史洪水时，可直接根据流量资料进行频率计算，推算设计流量。

3.3.5 流量资料的选择，应采用年最大法。当某些大水年份的资料缺测、漏测，应通过调查予以补全。

3.3.6 在插补延长洪水系列时，资料展延的年数不应超过实测年数，并不应使用辗转相关的方法。

3.3.7 经验频率可按以下办法估算：

1 连序系列

将 n 年各项洪水值按其大小顺序统一排位，其第 m 项的经验频率，可用下列公式估算：

$$P_m = \frac{m}{n+1} \quad (3.3.7-1)$$

式中 P_m ——等于或大于某一流变量 Q_m 的经验频率；

m ——由大到小排位的顺序号；

n ——系列的总年数。

2 不连序系列

其经验频率可根据资料条件按下述方法之一估算：

1) 实测值和特大值分别在各自系列中进行排位, 其中实测系列的各项经验频率仍按式 (3.3.7—1) 估算, 而调查期 N 年中的前 a 项特大洪水 (无遗漏时) 序位为 M 的经验频率为

$$P_M = \frac{M}{N+1} \quad (3.3.7-2)$$

式中 M ——历史特大洪水按递减次序排列的序位;
 N ——调查考证期。

2) 将实测值和特大值共同组成一个不连序系列。不连序系列各项在调查期 N 年内统一排位, 若 N 年中有特大洪水 a 项, 其中有 l 项发生在 n_1 年实测系列之内, 则 N 年中的 a 项特大洪水的经验频率仍可用式 (3.3.7—2) 估算, 其余 $(n_1 - l)$ 项的经验频率可按下列公式估算:

$$P_{n_1} = \frac{a}{N+1} + \left[1 - \frac{a}{N+1} \right] \frac{m_1 - l}{n_1 - l + 1} \quad (3.3.7-3)$$

式中 a ——在 N 年中连续顺位的特大洪水项数 (包括发生在实测系列内的 l 项);
 n_1 ——实测洪水系列项数;
 l ——实测洪水系列中抽出作特大值处理的洪水项数;
 m_1 ——实测洪水的序位;
 P_{n_1} ——实测系列第 m_1 项的经验频率;

其余符号意义同前。

3.3.8 频率曲线型可采用皮尔逊Ⅲ型。特殊情况经分析论证后也可采用其他线型。

3.3.9 用皮尔逊Ⅲ型曲线推算设计流量时, 可先根据样本用矩法估算统计参数, 并按适线法进行调整, 再由调整后所确定的统计参数来推算设计流量。

1 统计参数估算

1) 对于 n 年连序系列

流量均值:
$$\bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (3.3.9-1)$$

$$\text{标准差: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n Q_i \right]^2}{n-1}} \quad (3.3.9-2)$$

$$\text{变异系数: } C_v = \frac{\sigma}{\bar{Q}} \quad (3.3.9-3)$$

式中 Q_i ——系列流量 (m^3/s), $i=1, 2, 3, \dots, n$;

其余符号意义同前。

2) 对于 N 年不连序系列

流量均值:

$$\bar{Q} = \frac{1}{N} \left[\sum_{j=1}^a Q_j + \frac{N-a}{n_1-l} \sum_{i=l+1}^{n_1} Q_i' \right] \quad (3.3.9-4)$$

变异系数:

$$C_v = \frac{1}{\bar{Q}} \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{j=1}^a (Q_j - \bar{Q})^2 + \frac{N-a}{n_1-l} \sum_{i=l+1}^{n_1} (Q_i' - \bar{Q})^2 \right]} \quad (3.3.9-5)$$

式中 Q_j ——特大洪水流量 (m^3/s), $j=1, 2, \dots, a$;

Q_i' ——一般洪水流量 (m^3/s), $i=l+1, l+2, \dots, n_1$;

其余符号意义同前。

2 统计参数适线调整

流量均值 \bar{Q} 可不调整; 变异系数 C_v 值可在 $\pm \sigma_{C_v}$ 范围内调

整, σ_{C_v} 的近似算式为

$$\sigma_{C_v} = \frac{C_v}{\sqrt{2n}} \sqrt{1 + 2C_v^2 + \frac{3}{4}C_s^2 - 2C_vC_s} \quad (3.3.9-6)$$

式中偏差系数 C_s 值可直接参考相似流域的统计经验资料, 选用的 C_s 值可为 2~5 倍 C_v 的数值。

根据统计参数估算值, 查皮尔逊 III 型曲线的离均系数 φ_p 值表或模比系数 K_p 值表, 用以下公式计算各种频率流量 Q_p :

$$Q_p = \bar{Q} (1 + \varphi_p C_v) \quad (3.3.9-7)$$

$$\text{或} \quad Q_p = K_p \bar{Q} \quad (3.3.9-8)$$

根据各种频率流量值点绘频率曲线，检查此曲线与经验频率点据的适合情况。当适合情况较差，可调整 C_v 、 C_s 值，直至二者吻合较好为止。适线时应照顾全部点据，不能全部照顾时，应注意照顾上、中部点据，但不应机械地通过最大点据。

3 设计流量计算

设计流量可根据适线调整后的统计参数，再按式(3.3.9—7)或式(3.3.9—8)计算。

3.3.10 根据雨量资料推算设计流量时，暴雨公式和暴雨参数的制定，应搜集水文气象台站及其他有关部门的自记资料，按不同成因选出不同时段的最大值进行统计计算，其经验频率可按本规范第 3.3.7 条有关公式计算。

3.3.11 小流域暴雨径流可采用铁路各设计单位根据地区特点制定的公式计算；水利部门和有关地区的成果亦可参照使用。计算时宜对所采用的公式进行验证。

3.3.12 有实测暴雨资料的流域，可根据实测资料分析出单位线推算设计流量。当流域面积很大或流域形状特殊，产流面积分布很不均匀时，可分区分别推算各区的单位线，叠加后推算设计流量。在短缺实测暴雨资料的流域，可移用邻近流域地理条件相似的单位线，或应用本地区的综合单位线推算设计流量。

3.3.13 采用地区性经验公式推算设计流量时，应了解编制公式的依据和参数概化的条件，并应按本地区已发生过的较大暴雨径流资料、历史洪水调查资料推算的设计流量进行对比分析，检验其合理性。

3.3.14 根据调查历史洪水推算设计流量时，调查洪水的河段宜选在桥渡附近或居民集中的老居民点处。河道应选较顺直、规整、稳定，没有较大的支流汇入，河段内无壅水、回水和分流等现象，以及河床质组成与岸边植被情况比较一致处。受有人工建筑物影响的地点宜避开。

3.3.15 推算历史洪水流量时所采用的过水断面，应垂直于水流

方向，对断面内的死水、回流区面积应予扣除，冲淤变化应予更正。复式断面应按河槽和河滩分别计算。

3.3.16 推算流量所用的糙率，宜采用调查河段或其上、下游或其邻近地区水文站较大洪水实测资料分析求得的水位糙率关系曲线外延的数值。此时应注意外延部分断面特性有无变化和上、下游或邻近地区河段特征是否与调查河段相类似等因素；如无实测资料，则可按附录 D 选用。

3.3.17 推算流量所用的水面坡度，应以可靠或较可靠、代表性较好的洪痕点，参照测绘时的水面线、河底线及近期实测的大洪水或中、高水的水面线，从考虑河段地形影响而绘制的洪水水面线求得。

3.3.18 当调查河段有条件参照上、下游水文站的实测资料，建立河段水位流量关系时，可根据调查水位采用水位流量关系曲线外延来推算流量。

3.3.19 当调查河段顺直，段内各断面的组成基本一致，调查到的洪痕点分布比较均匀，左右岸洪痕不存在横向坡度时，流量可采用比降法推算，方法如下：

1 恒定均匀流

当河段内断面变化不大，可近似按下列公式计算：

$$Q = \frac{\omega}{n} R^{2/3} \cdot I^2 = K I^2 = K \sqrt{\frac{\Delta H}{L}} \quad (3.3.19-1)$$

式中 Q ——流量 (m^3/s)；

ω ——过水断面面积 (m^2)；

n ——糙率；

R ——水力半径(m)， $R = \frac{\omega}{p}$ ，其中 p 为过水断面湿周(m)；

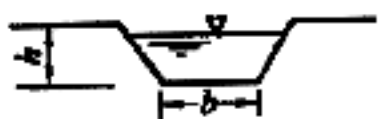


ΔH ——水面落差 (m)；

L ——河段长度 (m)；

I ——水面坡度；

K ——输水率，当采用两个断面计算时， K 值应为上、下

说明表 5.4.6—1 雨水明沟种类、深度、宽度、纵坡和边坡值

明沟类型	沟深(h) 最小值 (m)	沟宽(b) 最小值 (m)	最小纵坡 (%)	沟壁边坡	
				有铺砌	无铺砌
	0.3	0.3	0.3	1:0.75 ~1:1	见说明表 5.4.5—2
	0.3	0.4	0.3	—	—
	0.2		0.5	1:2 ~1:3	岩石地区 1:1

注:梯形、矩形明沟在困难条件下,其沟深最小值可减到 0.2 m。

说明表 5.4.6—2 雨水明沟边坡(m 值)

沟床土类别		边坡 1: m
粉砂		1:3~1:3.5
细砂、中砂、粗砂	松散与一般密度	1:2~1:2.5
	密实的	1:1.5~1:2.0
黏质砂土		1:1.5~1:2.0
亚黏土、黏土		1:1.25~1:1.5
砾石土、卵石土		1:1.25~1:1.5
半岩性土		1:0.5~1:1.0
风化岩石		1:0.25~1:0.5
岩石		1:0.1~1:0.5

说明表 5.4.8—3 土质雨水明沟边至建、构筑物距离

项 目	最小距离 (m)	项 目		最小距离 (m)
建筑物基础边缘	3.0	散装物料 堆场边缘	一般情况	5.0
围 墙	1.5		困难条件下	3.0
地下管线外壁	1.0	挖方坡顶	一般情况	5.0
乔木中心线(树冠直径 不大于 5 m)	1.0		土质良好,边坡不高 (或铺砌明沟)	2.0
		挖方坡脚	边坡高度 $\geq 2\text{ m}$	2.0
灌木中心线	0.5		边坡高度 $< 2\text{ m}$ (或 铺砌明沟)	—
人行道边缘	1.0	填方坡脚	一般情况	2.0
架空管线基础边缘	1.0~1.5		地质和排水条件良 好或采取措施保证 填土稳定	1.0