

中国工程建设标准化协会标准（CECS G）

公路混凝土桥梁拆除技术规程
（征求意见稿）

Technical Specifications for Road Concrete Bridge Demolition

201x-xx-xx 发布

201x-xx-xx 实施

中国工程建设标准化协会发布

前 言

主编单位:

参编单位:

主 编:

参编人员:

目 录

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	方案设计	6
4.1	一般规定	6
4.2	拆除方式	6
4.3	拆除顺序	8
4.4	技术要求	8
5	拆除计算	11
5.1	一般规定	11
5.2	原结构拆除计算	11
6	施工组织与管理	15
6.1	施工组织设计	15
6.2	专项施工方案	16
6.3	临时设施的安全性分析	16
6.4	施工准备	17
6.5	过程管理	18
6.6	施工质量验收	19
7	桥面铺装及附属构造拆除	20
7.1	一般规定	20
7.2	桥面铺装拆除	20
7.3	附属构造拆除	21
8	上部结构拆除	22
8.1	一般规定	22
8.2	梁（板）桥拆除	22

8.3	拱桥拆除	25
8.4	斜拉桥拆除	27
8.5	悬索桥拆除	28
9	下部结构拆除	29
9.1	一般规定	29
9.2	墩（台）盖梁拆除	30
9.3	墩（台）身拆除	31
9.4	承台（系梁）拆除	32
9.5	基础拆除	32
10	施工监控	33
10.1	一般规定	33
10.2	监控计算	34
10.3	施工监测	35
10.4	数据分析与反馈控制	35
11	拆除安全控制	37
11.1	一般规定	37
11.2	安全控制	38
12	环境保护	43
12.1	一般规定	43
12.2	控制措施	43
附录 A	桥梁爆破拆除	45
A.0	爆破拆除方案设计	45
A.1	爆破拆除施工	46
A.2	爆破拆除安全控制	47
附录 B	桥梁爆破拆除参数取值	50
	本规程用词说明	54

1 总则

1.0.1 为指导公路桥梁拆除工程，贯彻国家及行业有关法规和技术政策，使桥梁拆除工程满足安全、适用、环保、经济等要求，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于公路混凝土梁（板）桥、拱桥、斜拉桥及悬索桥等桥型的桥梁工程拆除。

1.0.3 桥梁拆除工程除应符合本规程的要求外，尚应符合国家和行业现行有关标准的相关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 桥梁拆除工程 bridge demolition engineering

对桥梁进行整体或局部解体、破碎及弃物移运场外的实施过程。

2.1.2 人工拆除 manual demolition

依靠人力，借助铁锤、风镐、手持切割器具等简单工具对桥梁进行解体、破碎的施工方式。

2.1.3 机械拆除 mechanical demolition

使用大型机械对桥梁进行解体、破碎的施工方式。

2.1.4 爆破拆除 blasting demolition

使用爆炸能量对桥梁进行解体、破碎的施工方式。

2.1.5 静力切割 static cutting

使用盘锯、链（绳）锯等工具对钢筋和混凝土进行磨削、切割的方法。

2.1.6 水力切割 hydraulic cutting

采用高压水射流进行切割或破碎的施工方法。

2.1.7 控制爆破 controlled blasting

通过技术措施控制爆炸能量和爆破规模，使爆破的声响、震动、飞石、倾倒方向、破坏区域以及破碎物的散坍范围在规定限度以内的爆破方法。

2.1.8 水压爆破 water pressure blasting

将药包置于注满水的被爆结构中，以水作为介质传播爆轰压力使结构破坏，且空气冲击波、飞石及噪声等均可有效控制的爆破方法。

2.1.9 静态爆破 static blasting

在被爆体上钻孔，孔中灌装静力爆破剂，依靠其膨胀力使被爆体产生裂隙或裂缝的破碎方法。

2.1.10 拆除计算 demolition analysis

在考虑桥梁实际技术状况的基础上，针对拟定的拆除工况进行结构分析计算，以保证桥梁拆除全过程的安全性。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_{ck} ——待拆桥梁混凝土轴心抗压强度标准值；

2.2.2 作用与作用效应

S_d ——构件拆除过程中作用效应的组合设计值；

R ——构件各拆除阶段承载力评定值。

2.2.3 计算系数及其他

γ_0 ——待拆桥梁结构的安全性系数；

r ——爆破振动安全允许距离；

Q ——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量；

V ——保护对象所在地安全允许质点振速；

K 、 ∂ ——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数。

3 基本规定

3.0.1 桥梁拆除工程实施前应进行必要性、可行性论证。

3.0.2 桥梁拆除工程应委托具有相关资质的设计单位进行方案设计。大桥、特大桥、技术复杂桥梁的拆除工程应进行多方案比选，并对选定的拆除方案应进行专项风险评估。

条文说明

进行多方案比选的目的是为了择优选取安全、适用、环保、经济的拆除方案。技术复杂桥梁包括斜拉桥、悬索桥、大跨径连续梁（刚构）桥、大跨径拱桥、异形结构等。

3.0.3 桥梁拆除工程应优先采用低噪音、低能耗、低污染的拆除技术，并加强拆除废料的回收利用。

条文说明

本规程积极贯彻国家节约能源和环境保护的战略方针，倡导低噪音、低能耗、无污染的安全绿色拆除技术。

3.0.4 从事桥梁拆除工程的施工单位应具有相关资质。

条文说明

相关资质由项目管理单位按照工程实际需求进行确定。

3.0.5 施工单位应根据拆除桥梁项目的特点编制施工组织设计、安全风险评估报告及专项施工方案。

条文说明

施工组织设计及技术安全操作规程由从事桥梁拆除工程施工单位根据本规程并结合具体项目特点进行制定。桥梁拆除工程施工是高危作业，加强对拆除施工的安全风险控制和技术管理非常重要。

3.0.6 对技术复杂桥梁应进行施工监控，使整个拆除过程处于可控状态。

条文说明

拆除工程进行施工监控是为了确保整个拆除过程中桥梁结构、机械设备及人员安全。

3.0.7 桥梁拆除施工前应向社会进行公告，编制详细的交通组织方案并报相关部门批准。

3.0.8 施工过程中应采取有效措施加强安全控制与环境保护。

3.0.9 桥梁拆除工程完工后建设管理单位应组织相关部门按规定进行验收。

条文说明

相关部门包括交通、水利、环境等部门。

3.0.10 拆除过程中，应加强技术可靠的智能化、信息化手段的推广应用。

4 方案设计

4.1 一般规定

4.1.1 拆除方案设计前，应进行详细的前期调查工作，搜集原桥工程资料，必要时应进行现场踏勘、原桥检测等工作。

条文说明

搜集原桥工程资料包括原桥设计图纸、交竣工资料、历年维修养护资料、历年桥梁检测报告等。

4.1.2 拆除方案设计应综合考虑待拆桥梁结构形式、结构技术状况、原桥施工方法、环境条件等因素，具体内容应包含拆除方式选择、拆除顺序确定、拆除计算等。

条文说明

编制拆除方案设计前，应详查桥梁原竣工图纸，了解结构特点；核查检测报告，掌握桥梁病害及危险构件；结合施工组织、工期安排，综合考虑施工监控、安全防护、交通组织、环境保护及工程造价等因素，合理确定拆除工艺和顺序。

4.2 拆除方式

4.2.1 桥梁拆除方式主要包括人工拆除、机械拆除、爆破拆除及以上各种方式的两种或多种的组合。

4.2.2 环境要求不高，拆除工程量小、不利于机械施工的拆除工程可采用人工拆除方式。

条文说明

人工拆除方式主要用于拆除陆上小跨径梁（板）桥、桥面铺装和附属结构；也适用于桥梁局部构件拆除及部分精细作业。

4.2.3 环境要求高、拆除工程量大、工期较紧的拆除工程可采用机械拆除方式。

条文说明

机械拆除方式主要包括直接破碎、部件移除、分段切割移除和整体移除等方法。应符合下列规定：

- 1 直接破碎方法适用于陆上及不通航河流上的中小桥、其他桥梁的桥面铺装和附属结构的拆除；
- 2 部件移除方法适用于混凝土拱桥的桥面板结构、刚（桁）架拱桥的拱片等的拆除；
- 3 分段切割移除方法适用于不宜采用直接破碎或爆破拆除的梁桥、拱桥等的拆除；对于部分保留部分拆除的桥梁结构，宜采用静力切割或水力切割；
- 4 整体移除方法适用于周围环境要求高、难以设置支架（支墩）、不宜采用分段切割等方法进行拆除的桥梁。

4.2.4 无噪声及扬尘要求、有落渣区域、环保要求较低的拆除工程可采用爆破拆除方式。

条文说明

爆破拆除方式主要包括控制爆破方法、水压爆破方法、静态爆破（化学爆破）方法等。除满足环保要求外，应符合下列规定：

- 1 控制爆破适用于圬工拱桥、钢筋混凝土拱桥的拆除；
- 2 水压爆破适用于具有封闭或半封闭空腔结构的桥梁或部位的拆除；
- 3 处于环境保护区、水源地保护区范围内的桥梁，严禁采用爆破方法拆除；处于水上的桥梁，不应采用静态爆破方法拆除；预应力混凝土桥梁结构，不宜采用静态爆破方法拆除；
- 4 处于城市中心区域、周边建（构）筑物密集的桥梁，不宜采用爆破拆除方式；
- 5 当爆破可能导致堤坝漏水、河床严重阻塞或泉水变迁时，不应采用爆破拆除方式。

4.3 拆除顺序

4.3.1 拆除工作应遵循先上部后下部、先附属后主体的施工顺序。

条文说明

1 总体上宜按先桥面铺装及附属构造、上部结构，后下部结构、基础的顺序进行拆除。

2 采用非爆破法拆除时，拆除顺序宜采用与原桥施工顺序相反的方法。

4.3.2 预制结构桥梁拆除应按照拆除桥面铺装及附属构造 → 解除横向联系形成单片梁（板） → 起吊、装运梁（板）至破碎工区的顺序进行。

条文说明

拆除简支转连续结构时先在连续端设置临时支撑，后解除连续构造形成简支结构。

4.3.3 现浇结构桥梁拆除应按照设置支（吊）架 → 拆除桥面铺装及附属构造 → 切割梁体形成节段 → 起吊、装运梁（板）至破碎工区的顺序进行。

4.4 技术要求

4.4.1 人工拆除作业应按照对称均衡、自上而下、先附属设施后主体结构的原则进行拆除，并在拆除过程中不得垂直交叉作业。

条文说明

进行人工拆除作业时必须遵循符合桥梁受力特性的基本原则，按顺序、按步骤进行拆除，以避免坍塌、高空坠落等安全事故发生。

4.4.2 人工拆除作业时，梁（板）应设置可靠支撑，作业人员应在牢靠的工作平台或稳固的桥梁构件上进行施工，严禁在薄弱、严重损坏等危险构件上作业。

4.4.3 人工拆除作业时，应配置防护面具、口罩、防护眼镜等劳保用品，确保职

业健康安全。

4.4.4 桥梁拆除时应合理选择拆除机械，使之与拆除块件的尺寸及重量匹配。

4.4.5 拆除机械施工严禁超限作业。

条文说明

当待拆构件的位置超出拆除机械的合理作业范围时，若野蛮施工，极易造成安全事故。

4.4.6 拆除机械高空作业应按规定与高压线保持安全距离。

4.4.7 大型拆除机械严禁在无保护措施地下管线的地面上作业。拆除桥梁基础开挖时，应距地下管线有足够的安全距离。

条文说明

施工过程应充分考虑大型拆除机械设备的重量及冲击荷载对管线的不利影响。基础开挖时应满足不同类型管线对施工安全距离的要求。

4.4.8 大型拆除机械未经安全评估不应在待拆桥面放置或行走作业。若需放置或行走作业时，必须确保桥梁结构具有足够承载能力，现场必须有专人警戒、指挥。

条文说明

大型拆除机械会对桥梁结构产生过载或振动，进而引发桥梁垮塌事故。若需放置或行走作业时，桥梁结构及桥面板必须经过相关分析计算，确保施工人员、机械安全。

4.4.9 多台拆除机械作业不得上下、立体交叉作业。相邻两台拆除机械平行作业时的工作间距不得小于拆除机械有效操作半径的 2 倍。

4.4.10 采用吊装设备辅助拆除桥梁构件时，应在悬吊稳定后方可进行切割作业，

必要时应采取辅助措施使拆除构件处于可控状态。

条文说明

桥梁结构切割时需启动吊装设备收紧吊索，并设置必要的防冲击措施。

4.4.11 环境条件允许的情况下，对拆除方式无特殊要求的桥梁拆除工程可采用爆破方式拆除，除应满足本规程规定之外尚需符合现行《爆破安全规程》（GB 6722）的要求。

征求意见稿

5 拆除计算

5.1 一般规定

5.1.1 拆除计算应在检测评估的基础上,根据拟定的拆除方案,按照现行相关标准规范的规定进行。

条文说明

拆除计算目的在于确保拆除过程中结构自身的受力安全,同时为桥梁拆除过程的安全监测提供依据。

5.1.2 拆除计算采用以概率理论为基础,按分项系数表达的极限状态设计方法,对拆除结构进行安全性分析。

5.1.3 拆除计算应根据拆除阶段各工况,考虑永久作用、施工荷载、风荷载、温度荷载等各种可能存在的作用,取其最不利组合进行承载能力极限状态计算。组合方式及取值应符合现行《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60)的规定。

5.1.4 对于原结构存在劣化的桥梁,在拆除计算时,应考虑既有结构损伤的影响,结合结构实际技术状况进行各工况下受力分析。

条文说明

既有结构损伤指构件开裂或缺损造成的截面刚度劣化。

5.1.5 拟定设计方案的拆除计算结果不满足要求时,应进一步修改完善方案,必要时对部分损伤及病害严重的待拆构件进行补强、加固后拆除,确保桥梁拆除设计方案安全、可靠。

5.2 原结构拆除计算

5.2.1 原结构拆除计算一般包括几何状态计算及受力状态计算,所采用的材质状

况与状态参数应按照现行《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21）的相关规定选取。

条文说明

原结构几何状态主要包括拆除过程中各工况下剩余的梁体结构、拱圈结构、墩柱及索塔的空间状态（竖向下挠与上拱、横向偏位等）；

原结构受力状态主要包括拆除过程中各工况下剩余结构的轴力、弯矩、剪力及索力等；

材质状况与状态参数主要包括几何形态参数、恒载变异系数、实测材质强度与预应力损失等。

5.2.2 桥梁拆除计算时各工况下构件承载能力极限状态计算应满足式（5.2.2）的要求：

$$\gamma_0 S_d \leq R \quad (5.2.2)$$

式中： γ_0 ——待拆桥梁结构安全性系数，根据桥梁技术状况取值，五类桥取1.1，四类桥及以下取1.0；

S_d ——桥梁拆除过程中，各工况下作用效应的组合设计值，组合系数应按照现行《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）取值；

R ——桥梁拆除各工况对应的构件承载能力评定值。

5.2.3 桥梁拆除计算中各种荷载的取值应符合现行《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）及其他相关规范的规定并符合下列要求：

- 1 结构重力应根据待拆桥梁结构构件的实际尺寸与材料重力密度计算确定；
- 2 风荷载的重现期参照《公路桥梁抗风设计规范》（JTG/T D60-01）中 3.3 节的规定；对于悬臂拆除的桥梁，风荷载除应计算对称加载外，尚应考虑不对称加载工况，不对称系数取 0.5。

5.2.4 拆除计算时，待拆混凝土材料的设计强度应根据实测结果确定。

条文说明

混凝土在长期使用过程中受荷载及环境因素影响,会发生一定程度劣化,因此进行混凝土桥梁结构拆除计算时,要对混凝土强度进行实际检测。

5.2.5 桥梁拆除计算时,应进行各工况下短暂状况构件的应力验算,短暂状况混凝土构件正截面的最大压应力不宜大于 $0.6 f_{ck}$ (采用实测值)。

5.2.6 拆除施工各工况下,下部结构抗倾覆、抗滑动稳定性系数应不小于1.3;上部结构抗倾覆稳定性系数不小于2.5;拱桥剩余结构的弹性整体稳定系数不应小于4.0,局部构件稳定系数不应小于弹性整体稳定系数。

5.2.7 采用悬臂分段切割移除法拆除的连续梁(刚构)桥拆除计算时应符合下列规定:

- 1 连续梁(刚构)桥时,应按原结构施工的逆序进行分析计算,并考虑体系转换对结构受力的影响;
- 2 曲线梁桥拆除时,应对梁段的抗倾覆稳定性进行验算;
- 3 拆除计算中,拟截断的预应力钢筋不宜考虑预应力效应。

5.2.8 拱桥拆除计算时应符合下列规定:

- 1 不应考虑拱上建筑的联合作用,但应考虑拱上建筑拆除后对主拱圈受力及变形的影响;
- 2 多孔拱桥应考虑连拱效应,对桥墩抗倾覆稳定性进行验算;
- 3 系杆拱桥应验算系杆拆除后的水平推力,确保拱肋拆除过程中的应力及变形满足要求;
- 4 主拱圈验算截面的位置及数量应根据拱桥形式及规模合理选择。

条文说明

主拱结构验算截面一般按下列原则选取:中小跨径无铰拱桥,一般只验算拱顶和拱脚;大跨径无铰拱桥常验算拱顶、拱脚和 $1/4$ 截面;采用无支架施工方

法拆除的大跨径拱桥，应增加验算 1/8 和 3/8 截面。

5.2.9 斜拉桥采用倒装拆除时，应进行各工况下主梁、索塔控制截面内力及斜拉索索力验算。并应符合下列规定：

- 1 各工况下剩余斜拉索索力不应超过破断力评定值的 65%（安全系数不小于 1.5）；
- 2 在斜拉索拆除过程中，需要验算各工况剩余斜拉索锚固体系的安全性，安全系数不小于 1.5；
- 3 索塔水平偏移平稳可控。

条文说明

斜拉桥的倒装拆除是一个与施工过程相反的逆分析过程。拆除计算时以实测线形为计算线形逐工况进行，保证拆除过程中结构体系的安全与稳定。

5.2.10 悬索桥采用倒装拆除时，应进行各工况下主梁、索塔控制截面内力、主缆变形及吊杆索力验算。并应符合下列规定：

- 1 主缆变形在加劲梁拆除过程中保持平稳可控；
- 2 吊杆索力不应超过破断力评定值的 65%（安全系数不小于 1.5）；
- 3 索塔水平偏移平稳可控。

6 施工组织与管理

6.1 施工组织设计

6.1.1 施工前应对待拆桥梁的技术状况进行评估,对现场环境状况进行详细调查,并收集下列资料作为编制施工组织设计的依据:

- 1 桥梁设计、施(竣)工、历年维修养护等相关资料;
- 2 桥梁拆除工程施工现场及毗邻区域内供水、排水、供电、供气、供热、通信等过往管线资料;
- 3 桥梁拆除时特殊性要求和隐蔽工程状况。

条文说明

技术状况评估时主要收集桥梁主体结构及构件的缺陷及变形;现场环境调查时主要收集现场地质水文资料、调查施工条件、人文环境要求等。

6.1.2 施工组织设计的具体内容应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50)的相关要求,重点突出拆除工程的特殊性,应突出如下内容:

- 1 桥梁拆除施工方案设计,重点突出施工难点和风险点;
- 2 拆除现场平面布置图,包括待拆桥梁及周边建(构)筑物、围挡及防护设施、临时用电设施、办公及生活区、回收材料的堆放、易燃易爆物品堆放点等;
- 3 交通组织方案,包括专项交通疏导方案、保证通航及通车的专项措施等;
- 4 施工安全保障方案,包括:
 - 1) 周边环境和道路的防护隔离措施;
 - 2) 拆除区域周边及区域内地上、地下设施的安全防护措施;
 - 3) 机械设备、临时用电、拆除物堆场、易燃易爆物品的安全措施;
 - 4) 脚手架、围挡及防护隔离棚搭设、使用与拆除的安全措施。
- 5 环境保护方案,包括施工噪声、粉尘污染的控制措施等;
- 6 应急预案,包括对可能发生的各类事故的抢救、排险方案。

6.1.3 施工组织设计应报批通过后方可实施。

条文说明

桥梁拆除工程施工复杂、危险程度高，稍有疏忽，就可能造成不可挽回的重大经济损失或重大伤亡事故。因此，在开工前应认真编制施工组织设计文件并报批通过，必要时应组织专家进行审查。

6.2 专项施工方案

6.2.1 有下列情况之一者，应编制专项施工方案：

- 1 待拆桥梁属于大桥、特大桥、拆除风险较大及技术复杂桥梁；
- 2 位于人口稠密的中心城镇、市区的桥梁；
- 3 地处文物保护区、历史文化风景区或军事管理区的桥梁；
- 4 拆除区域内存在燃气管道，上（下）水管道及重要电（光）缆的桥梁；
- 5 采用爆破拆除施工的桥梁。

6.2.2 专项施工方案包括下列主要内容：

- 1 工程概况：工程基本情况、施工平面布置、施工要求和技术保证条件。
- 2 编制依据：相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及图纸、施工组织设计等。
- 3 施工计划：包括施工进度计划、材料与设备计划。
- 4 施工工艺技术：技术参数、工艺流程、施工方法、检查验收等。
- 5 施工安全保证措施：组织保障、技术措施、应急预案、监测监控等。
劳动力计划：专职安全生产管理人员、特种作业人员等。
- 6 计算书及相关图纸。

6.3 临时设施的安全性分析

6.3.1 临时设施的安全性分析应考虑梁体自重、支架自重、风荷载、拆除瞬间产生的不平衡荷载及冲击荷载的作用，并具备足够的安全系数，具体要求应符合《公路桥涵施工技术规范JTG/T F50》的相关规定。

6.3.2 临时支架及吊装设备的强度、刚度、稳定性和支撑处的基础承载力应进行验算，验算结果应符合现行规范的相关要求。

条文说明

在搭设临时支架及安置吊装设备前，对地基及锚固件进行验算和荷载试验的目的，是为了防止基础沉降造成支架破坏或设备失稳。吊装设备主要包括汽车吊、履带吊、塔吊、缆索吊、浮吊、龙门吊及架桥机等。临时支架包括钢管支架、木支架、桁架、拱架、浮船支架及贝雷梁等。

6.3.3 当采用吊装及运输设备进行整梁、整跨的下放及平移拆除时，应对吊运设备的抗倾覆稳定性进行验算。吊装设备的抗倾覆稳定系数不得小于1.3。

6.4 施工准备

6.4.1 桥梁拆除工程施工前，应确认以下内容：

- 1 施工组织设计已经编制完成并经相关的管理部门审核批准；
- 2 施工单位及监理单位人员已配备到位；
- 3 材料、设施、设备、应急物资与器材配备齐全，且符合施工安全要求；
- 4 外部环境已具备开工条件。

6.4.2 桥梁拆除工程实施前，应对现场管理人员和作业人员进行技术交底，技术交底内容应包括：

- 1 主要施工工艺、方法及技术要点；
- 2 相关标准规范、操作规程及验收标准；
- 3 技术安全措施及应急预案。

6.4.3 拆除施工前应对桥梁拆除区域内管线进行切断或移位，对不能移位的管线应采取有效方式进行防护。

条文说明

采用机械、爆破方式进行拆除的施工过程中，可能导致拆除工程施工区域

内管线损坏的情况，因此拆除工程施工承包商应事先检查建（构）筑物和管线情况，踏勘和取证，并采取相应的保护措施，进行全过程观察和监护；遇到特殊情况或发生管线损坏时，应及时报告有关部门，并配合做好抢修工作。

6.4.4 拆除施工现场应具备作业道路、水电、场地等条件，夜间作业应设置充足的照明灯光。

6.5 过程管理

6.5.1 施工过程中应对施工单位的人员配置、设备材料、管理体系、工艺过程、环境保护等内容进行全程跟踪检查，确保施工按照批准方案进行。

6.5.2 桥梁拆除施工过程中应加强组织管理、指挥协调和过程控制工作。

6.5.3 桥梁拆除施工过程中应加强施工监测，进行数据的收集、分析、反馈工作，发现险情应立即报告。

6.5.4 拆除施工发生险情或事故时，应立即停止作业并启动实施应急预案。待险情或事故排除后，经审查批准后方可恢复施工。

6.5.5 拆除过程中必须由专人负责检测被拆除结构物的结构状态，并做好记录。当发现有不稳定状态的趋势时，须停止作业，采取有效措施，消除隐患。

6.5.6 桥梁拆除废弃物临时堆放在现场的，应隔离并设置标志和灯光。

6.5.7 桥梁拆除作业时，应加强对施工废水的排放管理，防止污染环境。

6.5.8 桥梁拆除作业，应配备相应降噪、除尘措施，并确保设备有效。

6.6 施工质量验收

6.6.1 桥梁拆除完成后，应对现场进行清理，排除安全隐患。水下拆除作业后，应对河道进行疏浚清理，确保满足规划航道要求或泄洪要求。

6.6.2 水中桥梁爆破完成后，应对水域中遗留的爆炸物和水中的带电情况进行清理和检查。应尽量避免爆破碎渣堵塞河道，应有快速清障、疏通河道的预案，确保航道通行或泄洪安全。

6.6.3 对于全部拆除的桥梁结构，完工后应按方案设计要求及环保规定进行验收。对于部分拆除的桥梁结构，还应对保留结构物的技术状况进行验收。

6.6.4 对于全部拆除的桥梁结构，完工后应按方案设计要求及环保规定进行验收。对于部分拆除的桥梁结构，还应对保留结构物的技术状况进行验收。

7 桥面铺装及附属构造拆除

7.1 一般规定

7.1.1 桥面铺装及附属构造拆除前应划分拆除界面，防止损害主体结构。

条文说明

拆除工作开始前，应全面了解桥梁结构，明确桥面铺装及附属构造与其他结构之间的关系，确定拆除范围，防止破坏其他结构。当和主体结构满足一并拆除的条件时，可同时进行。

7.1.2 桥面铺装及附属构造拆除前应迁移各类过桥管线、标志标牌、照明设备等设施。

7.2 桥面铺装拆除

7.2.1 沥青混凝土铺装宜进行铣刨拆除并回收处理。

条文说明

沥青铺装采用铣刨法易于控制铺装层拆除深度，施工效率高，可同步回收，清运处理。采用大型机械设备前，需对结构承载能力进行验算。

7.2.2 水泥混凝土铺装拆除，可根据表 7.2.2，结合桥梁结构特点和周边环境选择合适的拆除方法、工艺及设备。

表 7.2.2 水泥混凝土铺装拆除方法

序号	拆除方法	适用条件
1	液压破碎锤冲击破碎	桥下无交通，对梁体完整性无保护要求
2	风镐拆除	桥下无交通，对扬尘和噪声污染限制不高的区域
3	切割拆除	对噪声污染限制不高的区域
4	液压静爆机（液压拆裂机）	对噪声污染有较高限制的区域
5	高压水力破碎或人工凿除	对梁体完整性有保护要求

7.2.3 拆除预制结构桥面铺装时，应采取措施防止出现横向联系失效后的倾覆。

条文说明

对于梁体结构为装配式预制箱梁、T梁及空心板等桥梁，边梁由于护栏的重量存在偏心荷载，如拆除工序不合理，破坏了湿接缝，可能会出现外边梁倾覆的情况，施工中应加以防范。

7.3 附属构造拆除

7.3.1 混凝土护栏宜采用分段切割工艺拆除，可采用吊机辅助施工，拆除时应采取防坠落措施。当桥下无通行（航）及环境保护要求时，也可采用风镐法拆除，应设置防护措施，防止混凝土碎块飞溅。

条文说明

护栏一般位于桥面外侧临边位置，拆除时需注意做好临边防护，防止高空坠物，桥下设置临时封闭区域和安全警示标志。

7.3.2 伸缩缝拆除应断开纵向、横向联接。

7.3.3 盆式支座拆除时应先解除支座与上、下部结构之间的联系，梁体拆除后再单独吊装移除。板式支座随梁体拆除一并进行。

8 上部结构拆除

8.1 一般规定

8.1.1 桥梁拆除前，对影响拆除安全的桥梁构件应采取临时加固措施。

8.1.2 拆除施工应优先采用切割移除及整梁吊装等方法，减少现场凿除工作量。

8.1.3 体内预应力束解除应严格按照拆除设计方案进行，并符合下列规定：

- 1 有粘结预应力束可按梁体分段进行切割，梁体分段切割时应避开锚头；
- 2 无粘结预应力束应先行解除预应力，解除顺序按照原施工阶段的逆顺序，同步、对称、逐根进行；切割时应避开未切割段的预应力锚固系统及预应力束。

8.1.4 体外预应力束解除应符合下列规定：

- 1 体外预应力束解除顺序应根据原施工张拉步骤逆序实施，施工时应同步、对称、逐根（丝）进行；
- 2 体外预应力释放点应根据预应力束的类型合理选择，成品索宜选择在锚固端；非成品索宜选择在齿板或锚固块前端。

8.2 梁（板）桥拆除

8.2.1 梁（板）桥的拆除可根据表 8.2.1 的适用条件合理选择拆除方法。

表 8.2.1 梁（板）桥拆除方法

序号	拆除方法	适用条件
1	直接破碎	跨径不大、高度较矮的桥梁
2	整体移除	跨径不大的预制梁及整孔切割的现浇梁
3	分段切割移除	梁体较重、周围环境不允许直接破除、不适宜整体吊装移除的桥梁
4	悬臂分段切割除移除	桥下有通行要求的大、中跨径连续梁（刚构）桥
5	爆破拆除	外部条件适宜爆破拆除的桥梁

8.2.2 预制拼装简支梁桥宜先解除横向连接构造，按单梁吊装移除。

8.2.3 先简支后连续梁桥应先释放负弯矩预应力，切断中支点处的连接混凝土及纵向钢筋，再按照 8.2.2 条的要求进行。

8.2.4 曲线梁桥拆除时，应根据计算分析在曲线外侧设置临时支撑，防止拆除过程中发生梁体倾覆；若采用整体吊装移除时，应合理选择吊点位置。

8.2.5 现浇梁（板）桥可采用支架分段切割移除法拆除。

8.2.6 桥跨范围内无法进行拆除作业且上部结构完整的等截面连续梁桥，梁体可采用顶推拆除法，将梁体逐段顶推至桥跨外进行拆除。

8.2.7 设置有挂孔的桥梁，应首先解除挂孔与主体结构间的约束，可采用吊装移除法拆除挂孔。

8.2.8 采用吊装或运输设备进行整梁、整跨的下放、平移拆除时，应符合下列规定：

1 预制梁桥在拆除梁体之间的横向、纵向连接之前应采取可靠的支撑措施，使每一片梁体形成独立、稳定的构件；

2 吊装拆除时，吊点宜布置于原设计吊点位置，吊点可采用钢丝绳兜底捆绑、钻吊孔等形式。

3 整体下放或平移拆除时，采用顶升设备对切割段梁体进行临时固定时，顶升应同步、稳定，主体结构施顶位置应经计算确定；顶升设备、下放系统、移梁车、及连接件等应满足承载能力、强度、刚度和稳定性要求；

4、切割梁体应对称均匀进行，应保证切除结构及剩余结构的稳定性，并对其挠度和位移情况进行监测，及时发现拆除过程中的危险因素。

条文说明

整体移除法适用于简支梁桥或可转化为简支结构的桥梁拆除工程。采用整体移除法减少了现场拆除时间和对周边环境的影响，适合在环保要求较高的区域。整体平移拆除可采用大型移梁车上的顶升装置将桥梁顶起并临时固定在移梁车上后，启动运梁车至落梁场地达到整体移除的目的，比较适合净空低、桥宽小、桥梁整体性较好的梁桥，尤其是宽度较窄的现浇箱梁桥。

8.2.9 梁桥采用支架分段切割移除方法进行拆除时，应符合下列规定：

- 1 拆除时宜从跨中向桥墩方向进行切割；
- 2 承重支架应具有足够的承载能力，设置楔块使之与梁体密贴；
- 3 梁体切割前应按照拆除方案分段分区，纵横向分段尺寸应匹配，确认无误后方可作业；
- 4 应采取缓冲措施，防止切割完成时梁段发生冲击变形卡住切割机具；
- 5 吊装梁段时，吊点设置应确保腹板成为主要受力部位，避免吊点处发生局部失稳破坏。

条文说明

分段切割拆除过程中改变了梁体的受力结构形式，应确保切割段和剩余段梁体的临时稳定。切割过程应按设计确定的顺序进行，严禁擅自扩大相应阶段的拆除范围。

8.2.10 悬臂分段切割移除法应符合下列规定：

- 1 拆除时宜按照原桥施工阶段的逆顺序进行拆除；
- 2 连续梁桥拆除前应首先采取墩梁临时固结措施，临时固结应有足够刚度；
- 3 合龙段、悬臂段以及边跨梁体拆除时，应根据需要设置临时支撑或吊架。

条文说明

悬臂分段切割移除法一般采用桥面吊机或架桥机进行悬臂拆除，如桥下无通航、通车要求，也可采用浮吊、大型吊机吊装拆除。拆除时先用吊装设备对拆除段进行临时固定，然后进行分段切割。

临时固结可采用连接支座上下侧面钢板、安放钢支墩、精轧螺纹钢连接、梁墩间浇筑混凝土等方式，应确保固结措施牢靠、密实，能够抵抗拆除过程中单侧最大分段重量和施工荷载引起的不平衡力矩。

合龙段切断前应设置防冲击挑梁连接切割面两侧，确保混凝土解体剪力释放平缓，防止发生突然冲击。

8.2.11 顶推施工拆除时应根据需要设置临时支撑及导梁，临时支撑及导梁应具有足够强度、刚度、稳定性且连接可靠。

8.3 拱桥拆除

8.3.1 拱桥的拆除可根据表 8.3.1 的适用条件合理选择拆除方法。

表 8.3.1 拱桥拆除方法

序号	拆除方法	适用条件
1	直接破碎	各类混凝土拱桥及其构件
2	部件移除	各类混凝土拱桥的桥面板；刚架拱桥（桁架拱桥）的拱片
3	分段切割移除	板拱桥、肋拱桥、箱拱桥、双曲拱桥的主拱圈及桥面板
4	整体移除	中小跨径下承式系杆拱桥
5	控制爆破	爆破环境受限的各类拱桥
6	水压爆破	钢筋混凝土箱拱桥
7	静态爆破	环境允许的各类混凝土拱桥

8.3.2 拱桥拆除时，宜按照原桥施工阶段的逆顺序，纵横对称、分段（分层）、均衡卸载的原则进行施工。不应采用直接破除下部结构造成整体坍塌的拆除方式。拆除顺序一般如下：

- 1 上承式拱桥：桥面铺装及附属构造→桥面板（纵、横梁）→拱上立柱（墙）及盖梁→主拱圈；
- 2 中承式拱桥：桥面铺装及附属构造→桥面板（纵、横梁）→吊（系）杆、拱上立柱（墙）及盖梁→主拱圈；
- 3 下承式拱桥：桥面铺装及附属构造→桥面板（纵、横梁）→吊（系）杆→

主拱圈。

8.3.3 连拱结构拆除时，应待拱上建筑拆除完毕后按照拆除设计方案规定的顺序进行拆除。拆除时应确保跨内、相邻跨间平衡卸载，一般宜先拆除中跨，再对称拆除边跨，必要时设置水平预应力索。

条文说明

由于连拱效应的存在，各跨的先后拆除顺序，应经计算确定。拆除时应防止出现意外连续垮塌，避免安全事故。

拆除连拱的拱圈（拱肋）时，可在待拆拱与其相邻拱的拱脚下的墩身顶部设置水平预应力索，用以抵抗相邻跨施加在桥墩上的不平衡水平推力。

8.3.4 当采用缆索吊装系统拆除拱桥时应满足下列规定：

- 1 采用逆施工顺序逐层对称均衡拆除。对缆索吊装系统应进行专项设计；
- 2 采用斜拉扣（挂）缆索吊装逆序悬臂拆除拱圈时，扣塔应设置缆风索，扣索、锚索应逐根分级、对称张拉（放张）。缆风索、扣索及锚索安全系数应大于2；
- 3 主拱圈拆除节段划分应根据拱圈跨径、起吊装置的起吊能力，综合考虑安全、环保、便于施工等方面因素进行。

8.3.5 拆除桁架（刚架）拱桥时，在解除拱片横向联系及吊运过程中，应确保构件以及剩余桥体结构的稳定性。

8.3.6 当采用整体移除拆除方式时，桥梁结构、吊点或支承点布置应经过验算复核，确保起重或运输时的结构安全、稳定性。

8.3.7 当采用部件移除方法拆除桥面板时，应首先拆除纵、横向联系，合理选择吊运方式，按照对称平衡的原则进行施工。

8.3.8 拆除拱肋间横向联系时，应采取可靠的措施确保拱肋稳定。

8.3.9 主拱圈或拱肋分段切割时，应确定合适的切割点及分段长度。

8.4 斜拉桥拆除

8.4.1 混凝土主梁拆除方法应结合原桥施工方法、技术状况及周边环境条件等因素综合确定。一般采用悬臂分段切割移除法。

条文说明

悬臂分段切割移除法即按照原桥施工阶段的逆顺序，从远端开始逐一对称拆除，先拆除中跨合龙段，再拆除边跨合龙段，最后拆除斜拉桥悬臂体系。

8.4.2 漂浮（半漂浮）体系斜拉桥应采取塔（墩）梁临时固结措施，临时固结应有足够刚度。

8.4.3 主跨合龙段移除后，其余梁段拆除时应根据需要设置梁底支架、扣索或者风缆等支撑。

8.4.4 斜拉索拆除时，应满足以下要求：

- 1 拆除前对拉索的破损程度及影响因素进行调查；
- 2 每根塔柱上同对斜拉索须同步、对称采用千斤顶放张，以防止索塔单侧不对称受力；
- 3 斜拉索拆除与主梁对应梁段同步进行。当拉索间距较长、桥面较宽时，可先分块切除主梁无索区顶（底）板。

8.4.5 斜拉桥索塔的拆除宜待主梁及斜拉索拆除完成后方可进行，索塔宜采用竖向对称分段切割方式由上到下依次拆除，条件许可的情况下可采用定向控制爆破方法拆除。

8.4.6 采用满堂支架施工主梁的斜拉桥，应先对主梁进行可靠支撑，待拆除斜拉索后，参照梁桥的拆除方式进行。

8.4.7 处于城市偏远地区或周边建（构）筑物稀疏位置的斜拉桥，在条件允许情况下可采用定向控制爆破法拆除。

8.5 悬索桥拆除

8.5.1 悬索桥拆除顺序一般如下：

- 1 地锚式悬索桥：桥面铺装及附属构造→加劲梁→吊杆→主缆→索鞍→索塔；
- 2 自锚式悬索桥：搭设支架→桥面铺装及附属构造→吊杆→主缆→加劲梁→索鞍→索塔。

8.5.2 悬索桥加劲梁的拆除应满足下列规定：

- 1 地锚式悬索桥加劲梁的拆除宜由跨中向两侧对称均衡进行，应根据需要设置扣索或风缆；
- 2 自锚式悬索桥加劲梁拆除应待主缆及吊杆拆除后，参照梁桥的拆除方式进行。

8.5.3 吊杆拆除应遵照先卸载后拆除的原则，按施工顺序逆向逐一对称拆除。

8.5.4 悬索桥主缆拆除应满足下列规定：

- 1 地锚式悬索桥主缆应在加劲梁、索夹、吊杆全部拆除完毕后方可进行拆除；
- 2 自锚式悬索桥主缆拆除应在吊杆拆除后进行；
- 3 主缆宜通过索股逐股放张牵引方式拆除。

8.5.5 悬索桥索塔的拆除应满足下列规定：

- 1 索塔应在加劲梁、吊杆、主缆及索鞍拆除完毕后方可进行；
- 2 索塔宜采用竖向对称分段切割方式由上到下依次拆除；
- 3 条件许可的情况下可采用定向控制爆破方法拆除。

9 下部结构拆除

9.1 一般规定

9.1.1 下部结构拆除时，应对拆除影响范围的地质条件、地上和地下管线及周边建（构）筑物情况进行调查，对可能引起的破坏应采取预防和保护措施。水上拆除应对影响区域的水文和航道情况进行调查。

9.1.2 下部结构拆除时，宜采用从上到下、分段（分层）、均衡卸载的原则进行施工，不应采用整体坍塌等危险方式进行拆除。拆除顺序一般如下：

- 1 梁式桥：盖梁→墩（台）身→承台（系梁）→基础；
- 2 拱式桥：拱座→墩（台）身→承台→基础；
- 3 斜拉桥：下塔柱、辅助墩→承台→基础；
- 4 悬索桥：下塔柱→锚碇、承台→基础。

9.1.3 下部结构拆除方式应根据结构形式、技术状况及周边环境等情况合理选择。一般应优先采用对环境影响程度较小的机械切割移除法，条件许可时，可采用直接破碎法、控制爆破法或上述两种以上方法相结合的方式。

9.1.4 对于技术条件复杂的下部结构，如超高墩、异形墩、深水基础等的拆除，应进行多方案综合比选论证。

9.1.5 下部结构采用切割移除方法拆除时，部件的切割分段尺寸和吊点布置应经验算后确定。分段重量应与起重、运输设备相匹配。

条文说明

对切割分段尺寸和吊点布置的验算是为了确保拆除部件及剩余结构的自身

稳定，并满足起重、运输要求。

9.1.6 下部结构拆除应按设计要求高程拆除到位。应符合下列规定：

- 1 对处于新建或改建道路上的下部结构，基础拆除后残留结构的顶面标高，宜低于规划道路基层底面 1.0m 以下；
- 2 水中结构拆除后残留结构的顶面标高应符合规划航道要求，并应考虑泄洪、冲刷、河道变迁等影响。
- 3 无特殊要求的残留结构的顶面标高应满足复耕、场平等要求。

条文说明

新施工的道路路基存在工后沉降，因此残留结构与道路基层之间，应留有一定的余地，确保道路面层平顺、行车舒适。

9.1.7 拟部分利用的下部结构，应选择合理的拆除方法，确保剩余结构的完整性，并应兼顾新老结构的连接方式。

9.1.8 当拆除施工涉及水下作业时，人员、设备及工艺均应符合现行国家和行业标准的相关规定。

9.2 墩（台）盖梁拆除

9.2.1 桥台盖梁、低墩盖梁可采用直接破碎法、整体或分段切割移除法拆除。

9.2.2 高墩盖梁宜采用起重设备配合链锯分段切割移除。当墩身采用控制爆破方法拆除时，盖梁可一并拆除。

9.2.3 当采用直接破碎法拆除时，盖梁应从悬臂两端向根部拆除，不应采用凿断

悬臂根部的方法进行拆除。

9.2.4 预应力盖梁应在解体前有序解除预应力。解除预应力的要求应符合第 8.1 节的相关规定。

9.3 墩（台）身拆除

9.3.1 台身或低墩墩身可采用直接破碎法或分段切割移除法拆除。墩身较高时，宜采用起重设备配合链锯分段切割移除，当环境条件许可时，可采用控制爆破方法拆除。

条文说明

桥墩高度界定原则：低墩为机械设备可直接破碎的最大高度；高墩为一般起重设备可分段吊运的最大高度；需特殊起重设备方可分段吊运的桥墩为超高墩。

9.3.2 当采用直接破碎法拆除时，应按照自上而下的顺序依次施工，不应采取凿断底部的方法进行拆除。

9.3.3 当采用分段切割移除法拆除时，应确保切割段和剩余结构的稳定性，严禁工作平台与拟切割段相连接。

9.3.4 当采用爆破方式拆除时，宜采用垂直钻孔爆破法或横向钻孔定向倾倒爆破法进行爆破。桥墩较高或倒塌长度不足时，应采用折叠爆破方式。

9.3.5 拆除桥台台身时，应采取可靠措施保证台后土体的稳定，确保施工安全。

9.4 承台（系梁）拆除

9.4.1 陆上承台（系梁）宜采用分块切割移除或直接破碎方法拆除。

9.4.2 水中承台（系梁）宜设置围堰采用分块切割移除法拆除。当桩基采用控制爆破方法拆除时，承台（系梁）可一并拆除。

9.5 基础拆除

9.5.1 扩大基础可采用分块切割移除法、直接破碎法或爆破方式拆除。

9.5.2 桩基础可采用直接拔除、部分开挖拔除或切断移除、护筒水力冲洗拔除、套管掏空拔除等方法进行拆除。

9.5.3 水中桩基础宜设置围堰采用分段切割移除法拆除。当环境条件许可时，深水基础可采用控制爆破方法拆除。

9.5.4 深基础采用机械开挖拆除时，需要对基坑进行围护。施工完成后，应对基坑进行回填。

10 施工监控

10.1 一般规定

10.1.1 拆除风险较大及技术复杂桥梁的拆除工程，应进行施工监控。

10.1.2 拆除施工监控应委托具有检测资质的专业单位进行。

10.1.3 监控单位应根据拆除方案设计、施工组织设计编制施工监控方案，内容主要包括监控计算、施工监测、数据分析与反馈控制。

10.1.4 施工监控采用的监测仪器及元件应经过检定和校准，并符合精度要求。

10.1.5 桥梁拆除监控应采取动态跟踪监测，包括事前仿真计算、现场监测、实施仿真计算、分析修正及反馈控制等工作。监控工作流程见图 10.1.5 所示：

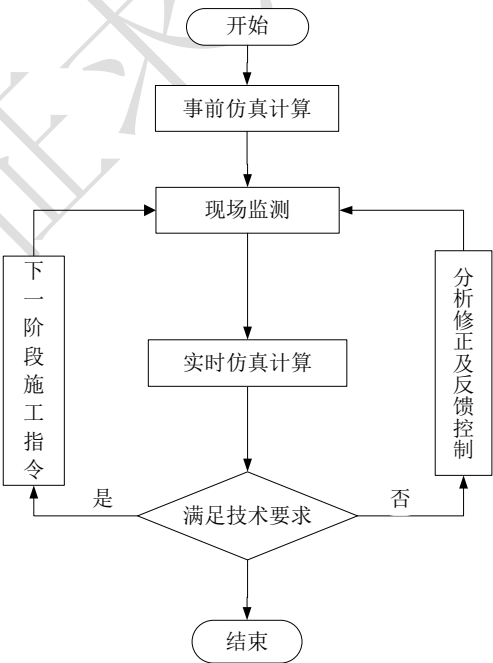


图 10.1.5 桥梁拆除施工监控工作流程图

10.2 监控计算

10.2.1 监控计算应根据待拆桥梁的实际技术状况收集有效的基础数据，主要包括：

- 1 结构材料（容重、强度、弹性模量等）；
- 2 荷载类别（恒载、机具、临时荷载、风、雪载等）；
- 3 受力状态（应力、索力、预应力等）；
- 4 几何状态（尺寸、标高、位移、变形等）；
- 5 环境状况（温度、湿度等）；
- 6 结构损伤（裂缝、截面缺损等）。

10.2.2 监控计算应采用可靠的理论和方法，主要包括事前仿真计算、实时仿真计算。

条文说明

事前仿真计算是拆除前根据拆除方案设计及施工组织设计进行的拆除全过程模拟分析；实时仿真计算是拆除过程中结合监测结果进行的拆除全过程实时跟踪模拟分析。

10.2.3 监控计算荷载取值及组合应符合现行《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）的相关规定，应包括下列荷载：

- 1 结构自重；
- 2 临时作用于结构上的已拆除构件重量；
- 3 材料及人员荷载；
- 4 施工设备及其冲击荷载；
- 5 风、雨及雪荷载等。

10.2.4 监控计算时应结合既有结构损伤程度对刚度、强度等进行合理折减。必要时通过计算提出预警参数及预警值。

10.3 施工监测

10.3.1 施工监测应根据监控方案及拆除顺序、进度，对待拆桥梁的控制性构件和控制性截面进行监测。测点布置及数量宜根据待拆结构形式、技术状况及规模合理确定。

10.3.2 监测参数应按表 10.3.2 进行选取。

表 10.3.2 监测参数

参数 类型	线形	应力	裂缝	变位	索力	反力
梁桥	主梁、墩柱	主梁	主梁	基础、支架	—	支座
拱桥	主拱圈	主拱圈	主拱圈	拱座	中、下承式 拱桥吊杆	—
斜拉桥	主梁、索塔	主梁、索塔	主梁、索塔	基础、支架	斜拉索	—
悬索桥	主缆、加劲 梁、索塔	加劲梁、索塔	加劲梁、索塔	索鞍、锚碇	吊杆、主缆	—
斜拉扣（挂） 缆索吊装设施	扣塔	扣塔	—	基础	扣索、锚索	—

注：表中只列出了梁桥应进行支座反力监测，其他桥型是否进行支座反力监测需根据具体情况确定。

10.3.3 监测参数采集频度宜在每个拆除工况实施前后各进行1次。

10.3.4 监测工作宜选择在温度稳定的时间段进行。

10.3.5 监测过程中，除了关注既定控制截面监测指标外，还应重点关注既有结构损伤部位病害发展变化的情况，防止此类薄弱面损伤加剧而引发安全事故。

10.4 数据分析与反馈控制

10.4.1 桥梁施工监测数据分析与反馈控制应包括以下内容：

- 1 识别桥梁拆除过程中结构内力与几何状态，判别其误差是否处于容许范围；
- 2 当误差超过容许范围时，分析其误差成因及影响程度，制定相应对策并出现阶段拆除施工指令。

10.4.2 待拆桥梁剩余结构内力和几何状态的监测值与计算值之间的误差限值应根据桥梁结构形式、受力特点、技术状况等进行确定，以确保拆除施工安全为原则。

条文说明

待拆桥梁结构存在诸多不确定因素，理论分析与实际状况存在误差难以避免。误差限值的确定应以结构状态安全可控为原则，必要时亦可参照《公路桥梁施工监控技术规范》中规定的限值予以合理调整。监控中超出拟定限值时应及时查明原因并采取措施。

10.4.3 桥梁既有结构损伤在拆除过程中超出监测控制范围时，应及时进行预警。

11 拆除安全控制

11.1 一般规定

11.1.1 拆除工程除应符合现行《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)的相关规定外,尚应符合国家及地方安全生产方面的相关要求。

11.1.2 拆除工程施工前,应建立健全安全生产管理体系,落实安全责任制,制定安全保障措施。

条文说明

11.1.1~11.1.2 桥梁拆除施工必须遵守国家有关法律,符合安全生产条件要求,建立安全生产责任制,健全安全生产管理制度,设立安全生产管理机构,足额配备具备相应资格的安全生产管理人员。

11.1.3 拆除工程应对施工中可能存在的各种潜在风险进行分析评估,并采取相应的安全措施及防范对策。

条文说明

桥梁拆除施工前应进行危险源识别,对拆除各工况进行安全风险评估,编制风险评估报告,根据风险评估报告进行施工与监控。

11.1.4 桥梁拆除实施前应逐级进行安全技术交底,主要包括安全技术要求、风险状况、应急处置措施等内容。

11.1.5 拆除工程施工区域应设置有效的封闭围挡、醒目警示标志、交通标识及安全防护设施。

11.1.6 人员作业区应设置牢靠的工作平台、脚手架围挡、密目式安全网等措施确保操作人员及场外人员的安全。

11.1.7 拆除机械、设备和工具应具有产品合格证或具有技术主管部门机械检验合格证明，并按有关规定进行使用、保养及维修，确保机械完好、使用安全。

11.1.8 机械拆除作业应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33）的规定。操作人员必须持证上岗，应按照操作手册及相关技术要求正确、熟练使用机械进行拆除施工。

11.1.9 对通行（航）安全有影响的桥梁拆除工程，应符合以下规定：

1 陆上的桥梁拆除工程，应编制专项交通疏导方案，必要时进行论证并报交通主管部门批准，开工前应进行公告；

2 水中的桥梁拆除工程，应编制通航安全保障方案，划定安全作业区，并办理水上水下作业许可证，开工前应进行公告。

11.1.10 桥梁拆除过程中应对运输路线进行规划，道路承载能力应满足施工要求。大件运输方案应经有关部门批准。

11.1.11 桥梁拆除过程中，应掌握桥址处历史气象资料、水文资料、地质资料和近期的天气预报资料，避开灾害性天气。

11.2 安全控制

11.2.1 桥梁拆除高处作业应符合现行《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80）的相关规定并符合下列要求：

1 严禁立体交叉作业，水平作业时各工位间应保持足够的安全距离；在拆除构件上作业人员必须采取防护措施；拆除作业区域下方禁止通行；

2 高空拆除后的混凝土块件应及时吊下运走，吊装前应将块件顶面的破碎物清除干净；

3 散碎废料宜集中堆放并清运，严禁高空抛掷；

4 在强风、浓雾、雨雪等恶劣气候条件下，应停止高处施工作业，恢复施工前，应对安全防护设施进行全面检查。

11.2.2 起重吊装作业应符合现行《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276）的相关规定并符合下列要求：

- 1 起重吊装作业前应根据拆除项目特点及作业环境编制专项施工方案；
- 2 应按施工方案选定的机械设备及吊装方案进行施工，严禁超载作业或任意扩大使用范围；
- 3 起重设备入场后应检查验收，并按规定进行试吊，必要时应进行静、动载试验，符合要求后方可使用。索具、吊具应根据承重要求逐件检查验收；
- 4 起重设备行进的道路及作业区域的地基应满足承载力要求；
- 5 吊装时，应确保吊装物的实际重量及尺寸与起重设备能力相匹配；待拆块件未完全分离时不得强行起吊；
- 6 偏心构件的吊装应选择合理的吊点位置和固定方式；
- 7 桥面吊机行走前应检查行走及吊挂系统，就位后应检查锚固系统，检查合格后方可进行吊装作业；
- 8 水上拆除梁段吊装时，起重作业船应事先选择好锚位和系缆位置，确保吊装系统安全稳定；
- 9 高空吊装大节段构件时应在构件两端设置溜绳；
- 10 双机抬吊宜选用同类型或性能相近的吊机，负载分配应合理，两机应协调起吊，起吊速度应平稳缓慢；
- 11 严禁斜拉、斜吊；
- 12 作业人员严禁在吊起的构件下或起重臂下旋转范围内作业或通行。

11.2.3 搭设和拆除支架应符合现行《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50）的相关规定并符合下列要求：

- 1 使用碗扣式、门式或扣件式钢管脚手架作为支架时，应符合现行标准、规范的相关规定；

2 支架地基与基础应根据所受荷载、搭设高度、搭设场地等情况进行设计及验算；

3 承重支架应按相关规定进行预压；

4 拆除与支架相联结的桥梁结构时，应检查支架安全可靠；支架拆除不得影响剩余桥梁结构的稳定；

5 跨越道路、航道的支架应根据道路、水域通行情况设置防撞设施。

条文说明

碗扣式脚手架应符合现行《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 166)，门式脚手架应符合现行《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 128)，扣件式脚手架应符合现行《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》(JGJ 130) 的规定。

11.2.4 预应力解除作业应符合下列规定：

1 解除体内预应力时，操作人员应在构件侧面，并应设置必要防护装置，预应力轴线方向不得有人；

2 解除体外预应力时，应计算解除后的回缩量，合理设置防崩钢箍及安全罩。操作人员应使用长柄割枪在侧面切割。

3 具备退锚条件的预应力构件，应逐根（束）进行退锚释放预应力；不具备退锚条件的预应力构件，应确定解除顺序和方法，逐步释放预应力，不得一次性切断所有的预应力筋。

11.2.5 混凝土切割拆除作业应符合下列规定：

1 混凝土切割作业时，应在切割区域设置防护设施，严禁任何人员站在切割片或切割绳轴线上；

2 切割过程中锯片、锯绳卡住时，应在确认机器停止工作后方可进行处理；

3 混凝土切割时，操作人员应站在拟分离混凝土块件以外的安全区域。

4 根据吊、运设备能力，合理划分切割顺序和吊段（块）；

5 墩梁固结部位的切割，应有防止应力突然释放的措施；

- 6 严禁吊装设备持力吊着吊段（块）实施切割作业；
- 7 切割后的混凝土吊段（块）应安全平稳置于支架上，不得坠落撞击支架。

11.2.6 采用大型移梁车实施整体平移拆除时，应符合下列规定：

- 1 移梁车和顶升支架拼装完成后，应对整体稳定和同步协调性进行试验、调试；
- 2 梁体顶升和落梁过程都应同步、均衡，以免局部受力过大导致失稳；
- 3 当顶离桥位开始移运前，应对梁体在移梁车上的限位及固定装置等进行检查；
- 4 运输线路应满足限高、限宽等要求，移运道路应平整，路线桥涵应满足整体移运承载力要求；
- 5 多台车同时作业时，应统一指挥，确保走行同步、平稳。

11.2.7 水上作业时施工安全应符合下列规定：

- 1 在通航的江河上进行桥梁拆除时，水上交通的安全应符合现行有关规定的要求；
- 2 桥梁拆除施工前，应及时了解当地气象、水文、地质等情况，掌握施工区域附近的水下管线等情况；
- 3 水上施工的船舶必须持有有效的船检证书，船员必须持有与其岗位相适应的证书；
- 4 水上施工作业的船舶应按规定配备救生和消防设施。水上作业的施工人员必须穿救生衣；
- 5 水上施工作业的船舶必须在核定航区和作业水域作业；
- 6 遇雨、雾等能见度不良天气时，作业船舶和施工区域应显示规定的信号，必要时应停止作业。遇大风时应检查并加固船舶的锚缆等设施；
- 7 交通船应按规定的载人数量渡运，严禁超员渡运；
- 8 运输船舶装运时必须均匀加载，严禁超载、超宽及偏载。

11.2.8 桥梁水中拆除时，潜水作业的施工安全应符合下列规定：

- 1 潜水员应按照有关规定进行专业培训，并应取得相应的从业资格；

2 桥梁拆除前，潜水员应熟悉现场的水文、气象、水质和地质情况，掌握作业方法和技术要求，了解施工船舶的布设情况；

3 潜水员使用的水下电气设备、装备，应符合现行《潜水员水下用电安全规程》（GB 16636）的有关规定；

4 潜水作业现场应备有急救箱及相应的急救器具；

5 潜水员的作业时间和替换周期应符合相关规定；

6 潜水作业时，必须有专人值守，值守人员与潜水员的联系不得中断；

7 为潜水员递送工具、材料和物品应使用绳索进行递送，不得直接向水下抛掷。

11.2.9 桥梁拆除施工临时用电安全应符合下列规定：

1 施工现场临时用电应采用中性点直接接地的 380/220V 三相四线制低压电力系统，且采用三级配电装置。采用 TN-S 接零保护系统和二级保护系统。采用自备电源时，应独立设置，与外电源隔离；

2 配电线路应架空设置，线路均应有短路和过载保护；

3 现场电源线的接头应采用绝缘胶带包扎良好，不得采用塑料胶带或其他非绝缘胶带包扎；

4 水上或潮湿地带的电缆线必须绝缘良好并具有防水功能，电缆线接头必须经防水处理；

5 开关箱必须装设隔离开关及短路、过载、漏电保护器，严禁设置分路开关；

6 配电箱、开关箱的电源进线端严禁用插头和插座做活动连接；

7 动力配电箱与照明配电箱宜分别设置，合并设置的配电箱，动力和照明应分路设置；

8 施工现场临时用电应由专职电工进行操作和管理。

12 环境保护

12.1 一般规定

12.1.1 桥梁拆除工程必须遵守国家及地方有关环境保护的法律、法规。拆除方案应报送环保部门审查批复，完工后应进行验收。

12.1.2 自然生态保护区、重点文物保护区、旅游景点及人口密集区附近的桥梁结构拆除，应符合环境保护法或其他相关法律法规的规定。

12.1.3 对周边环境有影响的项目应加强环境影响监测，控制施工过程中的各种粉尘、废气、废水、固体废弃物以及噪声、振动对环境的污染和危害，发现险情立即报警。

12.2 控制措施

12.2.1 扬尘控制符合下列规定：

- 1 拆除作业时，应采用遮盖、封闭、高压喷射水雾或洒水等防扬尘措施；
- 2 临时堆放的废弃物应采取遮盖、洒水、围挡、纱网覆盖等措施；
- 3 施工垃圾应封闭式清运，严禁凌空抛掷；
- 4 严禁使用无控尘措施的中小型粉碎、切割、锯刨等机械设备；
- 5 爆破拆除时应制定扬尘控制方案并报公安、消防及相关主管部门批准。

12.2.2 噪声污染控制应符合现行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523)的相关规定并符合下列要求：

- 1 施工宜选用低噪声、低振动的桥梁拆除设备。对易产生高噪声的机具应采取有效降噪措施。必要时应采用隔声、吸声材料搭设防护棚或隔声屏障；
- 2 夜间拆除施工时，严禁进行捶打、敲击和锯割等高噪声的作业；

- 3 当爆破对周边环境产生高强声波污染时，应采取有效防护措施；
- 4 在噪声集中场所工作的人员应配备耳塞等防护用品。

12.2.3 废水和污水排放应符合现行相关标准规范的规定并符合下列要求：

- 1 针对拆除施工产生的不同废水和污水，应设置相应的处理设施，污水处理达标后方能排放；
- 2 含有有害物质的废水和污水不得排入禁排区域；
- 3 处于城镇区桥梁拆除施工时产生的废水和污水应进行集中收集，经沉淀处理达到排放标准后再排入污水管网；水管网与污水管网应分开使用，严禁将非雨水类的其他废水和污水排进城市雨水管网。

12.2.4 结构废弃物处理必须遵守现行行业《建筑垃圾处理技术规范》(CJJ 134)的相关规定并符合下列要求：

- 1 混凝土废弃物宜进行碎石化等再利用处理；体积较大的混凝土块件宜进行机械破碎，不宜采用挖坑掩埋的方式处理；
- 2 结构废弃物应集中、分类堆放，及时清运，严禁乱装乱倒；
- 3 对有毒、有害类垃圾，应委托专业的清运及消纳单位进行处理。

12.2.5 拆除实施时，其他污染进行控制处理应符合下列规定：

- 1 施工现场严禁焚烧各类废弃物；
- 2 废油、废弃的静力爆破剂及其他化学品应按规定清理、收集、处置；
- 3 强光照明灯光束应俯射施工作业面并配有防眩光罩。严禁夜间强光照明灯、电焊弧光直射敏感建筑物及通行道路；
- 4 生活能源不应采用散煤、型煤、焦炭、木料及其他非清洁能源。

12.2.6 拆除施工中应对周边绿化采取相应的保护措施，不得随意砍伐和迁移树木；拆除位于保护区内的桥梁时，应遵守相关环保规定。

附录 A 桥梁爆破拆除

A.0 爆破拆除方案设计

A.0.1 桥梁爆破拆除必须预先进行爆破设计，设计文件必须由具备相应资质的单位组织编制，并根据拆除爆破工程分级标准（见附录 B.0.1）确定相应的编制和审核要求。

A.0.2 桥梁爆破拆除技术设计文件应包括：爆破条件、爆破形式、爆破参数、炸药种类用量、起爆网路及应急预案。具体包括：

- 1 待拆桥梁结构形式、桥梁技术状况、周边环境情况说明；
- 2 确定爆破方式及倒塌方式，选择爆破参数、炸药种类用量，绘制待爆体平面、立面图；
- 3 根据桥梁结构特点编制的计算书及爆炸工艺设计图；
- 4 根据周围建（构）筑物所能承受的振动速度计算一次齐爆药量、安全距离和警戒范围，并设计起爆网路和延时时间；爆破振动安全允许标准、允许距离见附录 B 的相关规定；
- 5 安全技术措施及意外事故应急预案。

A.0.3 爆破倒塌方式的选择应符合下列要求：

- 1 逐跨倒塌方式：前后散落物应控制在桥梁建筑高度的 1.5 倍范围内；
- 2 一次性倒塌方式：四周散落物应控制在设计限定范围内。

A.0.4 爆破参数选择时应根据桥梁结构特点确定孔网布置、炸药种类及用量，做到安全、高效。

A.0.5 梁桥采用爆破拆除时，宜采用逐跨连续缓冲倒塌和上部结构刚度同步削弱模式进行一次性整体爆破拆除，跨间起爆时差宜控制在100~300ms。

条文说明

上部结构同步削弱宜采用钻孔爆破和水压爆破方式进行,爆破拆除参数可参照附录B进行计算。连续梁(刚构)桥采用爆破拆除,应采取数值模拟、缩尺模型试验等综合研究手段,分析不同跨间起爆时差条件下的梁体、未起爆墩柱的受力特性,确保达到爆破效果。

A.0.6 肋拱桥采用爆破方式拆除时,拱肋爆点位置一般选在拱脚位置,中承式拱桥拱肋爆点位置可设在接近桥面的拱肋上。

A.1 爆破拆除施工

A.1.1 爆破前施工准备工作应符合下列要求:

- 1 成立爆破指挥部,全面指挥和统筹安排各项工作。指挥部和下属各职能组应分工明确,职责清楚,各尽其职;
- 2 爆破作业人员必须严格按照爆破设计要求进行爆破器材加工、装药、联网等工作,做好施工记录备查,并由技术负责人或项目经理签字认可;
- 3 爆破前应对各项准备工作进行验收,验收时应有爆破设计人员参加;
- 4 爆破作业前宜进行试爆破,以了解结构及材料性能,核定爆破设计参数;
- 5 爆破前三天应发布爆破公告并在现场张贴,内容包括:工程名称、建设单位、监理单位、施工单位、爆破作业时间、安全警戒范围、警戒标志、起爆信号及联系方式等。

A.1.2 水中桥梁爆破拆除应符合下列要求:

- 1 在通航水域爆破时,应在爆破3天前由港航监督会同公安部门发布爆破施工通告;
- 2 应在爆破水域边界设置警告标志、禁航信号、警戒船舶和岗哨等;
- 3 爆破作业船及其辅助船舶应按规定悬挂信号,符合港监对水上作业船的要求。

A.1.3 爆破工程实施必须符合下列要求：

- 1 爆破前应在警戒区域设置严密的警戒线，警戒人员应佩戴值勤标志、配备专用无线通讯器材，封锁一切可接近爆破区的道路以及出入口，避免行人、车辆误入；
- 2 爆破过程中应实行三次警报：预备警报、起爆警报和解除警戒警报；
- 3 爆破完成后必须及时检查，排除可能存在的盲炮，保证后续施工的安全。

A.1.4 盲炮处理必须符合下列要求：

- 1 发现盲炮必须划定警戒区域，指派经验丰富的爆破员进行处理，并将残余的爆破器材收集后及时销毁；
- 2 爆破作业人员必须跟踪爆破体的二次破碎及渣土清理作业的全过程，及时处理可能出现的盲炮及残留的爆破器材。

条文说明

盲炮又称拒爆，是最常见的爆破事故之一，处理盲炮比装药危险更大，因此规定发现盲炮后必须划定警戒区域，并须指派经验丰富的爆破员及时处理。

A.1.5 爆破失败处理应符合下列要求：

- 1 桥梁未倒塌或倒塌不完全时，应由爆破技术负责人、结构工程师根据未倒塌桥梁的稳定情况及时改变警戒范围，事故未处理完成前不得解除；
- 2 对设计原因造成的爆破失败，应检查评估残存结构，制定补救方案；
- 3 对因盲炮造成的爆破失败，应在盲炮处理完成后进行下一步工作。

A.1.6 水中爆破拆除应使用抗水的或经防水处理的爆破器材，用于深水区的爆破器材，还应具有足够的抗压性能。

A.2 爆破拆除安全控制

A.2.1 桥梁爆破拆除工程应进行爆破安全性评估并报送相关部门审批，主要内容

应包括：

- 1 爆破作业单位资质、项目等级、设计及施工人员资格审查；
- 2 爆破设计所依据资料的完整性和可靠性审查；
- 3 爆破设计方案的可行性和设计方法、参数选择的合理性审查；
- 4 起爆网路的准爆可靠性审查；
- 5 存在的有害效应及可能影响的范围全面性审查；
- 6 保证工程环境安全措施的可信性及应急预案完备性审查。

条文说明

根据《爆破作业项目管理要求》(GA991)规定，强调爆破工程必须进行爆破安全评估，对爆破安全性评估内容提出了具体要求。

A.2.2 桥梁爆破拆除应符合现行《爆破安全规程》(GB 6722)的相关规定并符合下列要求：

- 1 爆破作业前，应对爆破震动、塌落震动、飞石距离、冲击波安全距离进行校核，设立相应的警戒区域、配备足够警戒人员，并采取安全防护措施；
- 2 爆破作业人员必须参加培训、考核，取得相应级别和作业范围的安全作业证后持证上岗。
- 3 每次爆破后，爆破技术人员和桥梁工程师应对现场进行检查，确认无险情后再解除警戒；
- 4 爆破作业现场严禁烟火，并应配有足够的消防器材；
- 5 爆破器材、油料等易燃易爆物品应设置专用库房，分类存放；
- 6 盲炮检查应在爆破 15min 后实施，发现盲炮应立即安全警戒，及时报告并由原爆破人员处理。电力起爆发生盲炮时应立即切断电源，爆破网络应置于短路状态；
- 7 雷电、暴雨、暴雪、大雾天不得实施爆破作业。强电场区爆破作业不得使用电雷管；
- 8 水下爆破起爆前，警戒区内不得滞留船舶和人员。
- 9 大桥、特大桥的爆破拆除应进行爆破效应监测及重点保护目标安全监测。

条文说明

爆破拆除时，应通过覆盖保护、搭设防护棚、设置缓冲层、设置气泡帷幕、开挖减隔震沟等措施，控制爆破飞石、冲击波、地震波对周围建（构）筑物、公用管线的危害。

A.2.3 实施爆破作业的桥梁拆除工程需具有相应资质的单位进行安全监理。

征求意见稿

附录 B 桥梁爆破拆除参数取值

B.0.1 爆破工程按工程类别、一次爆破总药量、爆破环境复杂程度和爆破物特征，分 A、B、C、D 四个级别，实行分级管理。工程分级列于表 B.0.1。

表 B.0.1 拆除爆破工程分级

拆除 爆破	分级计量标准	级别			
		A	B	C	D
	一次爆破 总药量 Q/t	$0.5 \leq Q$	$0.2 \leq Q < 0.5$	$0.05 \leq Q < 0.2$	$Q < 0.05$

注：B、C、D 级爆破拆除工程，遇下列情况应相应提高一个管理级别。

- 1 距爆破拆除桥梁 5m 范围内有相邻建（构）筑物或需重点保护的地表、地下管线。
- 2 爆破拆除物倒塌方向安全长度不够，需用折叠爆破时。
- 3 处于闹市区、风景名胜区的桥梁拆除工程。

B.0.2 爆破振动安全允许标准按表B.0.2的规定取用。

表 B.0.2 爆破振动安全允许标准

序号	保护对象类别	安全允许质点振动速度 V (cm/s)		
		$f \leq 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} < f \leq 50\text{Hz}$	$f > 50\text{Hz}$
1	土窑洞、土坯房、毛石房	0.15~0.45	0.45~0.9	0.9~1.5
2	一般民用建筑物	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0
3	工业和商业建筑物	2.5~3.5	3.5~4.5	4.2~5.0
4	一般古建筑与古迹	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.5
5	运行中的水电站及发电厂 中心控制室设备	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.9
6	水工隧洞	7~8	8~10	10~15
7	交通隧道	10~12	12~15	15~20
8	矿山巷道	15~18	18~25	20~30
9	永久性岩石高边坡	5~9	8~12	10~15
10	新浇大体积混凝土（C20）：			
	龄 期：初凝~3d	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0
	龄 期：3d~7d	3.0~4.0	4.0~5.0	5.0~7.0
	龄 期：7d~28d	7.0~8.0	8.0~10.0	10.0~12.0

注：

1 表中质点振动速度为三分量中的最大值；振动频率为主振频率。

2 频率范围估计现场实测波形确定或按如下数据选取：硐室爆破 f 小于 20Hz，露天深孔爆破 f 在 10~60 Hz 之间，露天浅孔爆破 f 在 40~100 Hz 之间；地下深孔爆破 f 在 30~100 Hz 之间，地下浅孔爆破 f 在 60~300 Hz 之间。

B.0.3 爆破振动安全允许距离采用式（B.0.3）进行计算：

$$r = \left(\frac{K}{V} \right)^{\frac{1}{\delta}} \cdot Q^{\frac{1}{3}} \quad (\text{B.0.3})$$

式中： r ——爆破振动安全允许距离（m）；

Q ——炸药量，齐发爆破为总药量，延时爆破为最大单段药量（kg）；

V ——保护对象所在地安全允许质点振速（cm/s）；

K 、 δ ——与爆破点至保护对象间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数，应通过现场试验确定；在无试验数据的条件下，可参考表 B.0.3 选取。

表 B.0.3 爆区不同岩性的 K 、 δ 值

岩性	K	δ
坚硬岩石	50~150	1.3~1.5
中硬岩石	150~250	1.5~1.8
软岩石	250~350	1.8~2.0

B.0.4 钻孔爆破拆除参数可参照式B.0.4进行计算。

钻孔爆破单孔药量应按下式计算：

$$Q_i = qv \quad (\text{B.0.4})$$

式中： Q_i ——单孔药量；

q ——单位炸药消耗量，须根据试爆结果确定；

v ——单个炮孔所负担的体积。

B.0.5 水压爆破拆除参数可参照式B.0.5-1~ B.0.5-4进行计算。

1 药包间距

常见单室、多室箱梁或空心板的水压爆破应布置单排单层药包。箱梁、空心板的长宽比较大，宜沿长度方向中心线布设多个药包，药包之间的距离按下式计算：

$$a \leq (1.3 \sim 1.4)D \quad (\text{B.0.5-1})$$

式中： a ——药包间距；

D ——药包中心至梁内壁的最短距离。

当梁的壁厚不等或强度不同时，应布置偏心药包，以使梁壁均匀破坏。若梁壁的配筋率不同，可先将钢筋换算成混凝土的折合截面厚度，再按壁厚不等的偏心计算公式计算偏心距。梁体中心至偏心药包中心的距离(偏心距)按下式计算：

$$x = \frac{d(\delta_1^{1.143} - \delta_2^{1.143})}{\delta_1^{1.143} + \delta_2^{1.143}} \approx \frac{d(\delta_1 - \delta_2)}{\delta_1 + \delta_2} \quad (\text{B.0.5-2})$$

式中： x ——偏心距；

d ——梁体中心线至侧壁的距离；

δ_1 、 δ_2 ——梁体两侧的壁厚， $\delta_1 > \delta_2$ 。

2 药包入水深度

药包的入水深度应按下式计算：

$$h = (0.6 \sim 0.7)H_S \quad (\text{B.0.5-3})$$

式中： h ——药包的入水深度；

H_S ——注水深度，一般为梁体的内空高度。

3 药量计算

单个药包的药量按下式计算：

$$Q_i = K_1 (K_2 \hat{\delta})^{1.6} \hat{R}^{1.4} \quad (\text{B.0.5-4})$$

式中： Q_i ——单个药包的重量；

$\hat{R}$ ——结构物内半径；

$\hat{\delta}$ ——结构物壁厚；

K_1 ——与结构物材质、破碎程度、碎块飞掷距离等有关的系数(kg/m^3)；

混凝土结构视要求破碎程度取 $K_I = 1 \sim 3$;

钢筋混凝土视要求的破碎程度和碎块飞掷距离选取:

混凝土局部破裂, 未脱离钢筋, 基本无飞石, $K_I = 2 \sim 3$;

混凝土破碎, 部分脱离钢筋, 碎块飞掷20m以内, $K_I = 4 \sim 5$;

混凝土炸飞, 主筋炸断, 碎块飞掷距离20m~40m, $K_I = 6 \sim 12$;

K_2 ——与结构物内半径 $\hat{R}$ 和壁厚 $\hat{\delta}$ 的比值有关的坚固系数, 当薄壁时 ($\hat{R}/\hat{\delta} \leq 0.1$), $K_2=1$; 其余情况: $K_2=0.94+0.7 (\hat{R}/\hat{\delta})$, $\hat{R}/\hat{\delta}$ 越大, 则表示结构物越坚固。

本规程用词说明

1 本规范执行严格程度的用词，采用以下写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规范的要求外，尚应符合国家和行业现行有关标准的相关规定”；

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”；

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”、“应符合本规范第×.×节的有关规定”、“应符合本规范第×.×.×条的有关规定”或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。