

JTG

中华人民共和国行业推荐性标准

JTG/T XXXX—202x

公路桥梁拆除工程技术规范

Technical Specification for Highway Bridge Demolition Engineering

(征求意见稿)

202x—xx—xx 发布

202x—xx—xx 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业推荐性标准

公路桥梁拆除工程技术规范

Technical Specification for Highway Bridge Demolition Engineering

JTG/T XXXX—202X

主编单位：武汉二航路桥特种工程有限责任公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：202x 年 xx 月 xx 日

人民交通出版社

前 言

根据交通运输部交公路函[2019]427号文《交通运输部关于下达2019年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》的要求，由武汉二航路桥特种工程有限责任公司主持《公路桥梁拆除工程技术规范》的制订工作。

编制组贯彻执行国家和交通运输部的有关技术政策，体现“安全、环保、节能减排、可持续发展”的桥涵工程拆除理念，全面总结公路桥梁拆除工程实践经验并借鉴国外先进技术标准，吸纳技术成熟、工艺先进、经济合理、安全环保、节能减排的“四新”技术，并在广泛征求全国相关单位和专家意见的基础上，对公路桥梁拆除工程中的“桥梁拆除安全控制”、“拆除设计”、“拆除施工”、“梁式桥拆除”、“拱桥拆除”、“桥梁拆除施工监控”和“桥梁拆除环境保护”等方面进行了具体的规定，使规范真正起到保障工程的施工安全，提高桥梁拆除工程技术水平。

本规范包括9章，具体内容为：1 总则；2 术语与符号；3 基本规定；4 拆除安全控制；5 拆除设计；6 梁式桥拆除；7 拱桥拆除；8 桥梁拆除施工监控；9 桥梁拆除环境保护。

本规范由 负责第一章， 负责第二章， 负责第三章， 负责第四章， 负责第五章， 负责第六章， 负责第七章。

请各有关单位在执行中，将发现的问题和意见，函告武汉二航路桥特种工程有限责任公司（地址：湖北省武汉市小洪山东区34号湖北省科技创业大厦A座21层，邮编：430071，联系电话：），以便修订时参考。

主 编 单 位：武汉二航路桥特种工程有限责任公司

参 编 单 位：

主要起草人：孟宪鹏

主要参编人员：朱慈祥、***

主 审：张劲泉

参与审查人员：

参 加 人 员：

目 录

1 总 则.....	1
2 术语与符号.....	1
2.1 术语.....	1
2.2 符号.....	1
3 基本规定.....	3
4 拆除安全控制.....	8
4.1 一般规定.....	8
4.2 人工拆除安全控制.....	10
4.3 机械拆除安全控制.....	10
4.4 爆破拆除安全控制.....	12
5 拆除设计.....	14
5.1 一般规定.....	14
5.2 拆除方法设计.....	16
5.3 交通组织设计.....	17
5.4 桥梁结构计算.....	18
5.5 临时结构计算.....	20
5.6 关键装备计算.....	21
6 梁式桥拆除.....	21
6.1 一般规定.....	21
6.2 简支梁桥上部结构拆除.....	22
6.3 连续梁桥上部结构拆除.....	23
6.4 刚构桥上部结构拆除.....	26
6.5 梁式桥下部结构拆除.....	26
7 拱桥拆除.....	27
7.1 一般规定.....	27
7.2 圉工拱桥上部结构拆除.....	28
7.3 配筋混凝土拱桥上部结构拆除.....	29
7.4 钢管混凝土拱桥上部结构拆除.....	29
7.5 钢拱桥上部结构拆除.....	30
7.6 拱桥下部结构拆除.....	30
8 桥梁拆除施工监控.....	31

8.1 一般规定	31
8.2 桥梁拆除监控计算	32
8.3 桥梁拆除施工监测	32
8.4 桥梁拆除施工反馈控制	34
9 桥梁拆除环境保护	36
附录 A 桥梁拆除主要方法	38
附录 B 桥面铺装及附属结构拆除	41
附录 C 混凝土待拆构件强度计算	42
附录 D 爆破拆除分级与参数计算	45

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 为规范桥梁拆除工程，满足安全、适用、环保、经济等原则，针对公路桥梁拆除工程特点与需求，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于混凝土梁式桥、拱桥的拆除工程，。

1.0.3 公路桥梁拆除工程应优先选择绿色、高效、低影响的拆除方法，并综合考虑拆除物的资源化回收利用。

1.0.4 桥梁拆除工程施工除应符合本规范的要求外，尚应符合国家、行业现行有关标准的相关规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 桥梁拆除工程 bridge demolition engineering

对桥梁整体或局部从原位解体、破碎或移除的工程。

2.1.2 人工拆除 manual demolition

使用铁锤、风镐、切割机、推车等小型工具对桥梁分解、移位拆除的方法。

2.1.3 机械拆除 mechanical demolition

使用大型机械或对桥梁分解、支撑、吊装、移位拆除的方法。

2.1.4 爆破拆除 blasting demolition

使用爆破手段对桥梁分解、移位的方法。

2.1.5 水力切割 hydraulic cutting

采用高压水射流分解或切割桥梁的方法。

2.1.6 静力切割 static cutting

采用机械切割设备切割或分解桥梁的方法。

2.1.7 火焰切割 flame cutting

采用火焰切割设备切割或分解桥梁的方法。

2.1.8 有支撑拆除 demolition with stents

在地面或桥面上搭设支撑承担桥梁全部或部分自重后拆除桥梁的方法。

2.1.9 无支撑拆除 demolition without stents

不搭设支撑承担桥梁自重直接拆除桥梁的方法。

2.1.10 原位破碎 bridge position crushing

采用机具或机械对桥梁在原桥位直接分解破碎的过程。

2.1.11 异位破碎 Non-bridge position crushing

对原位分解的桥梁部分移位至指定位置，再采用机具或机械进行二次分解破碎的过程。

2.1.12 桥梁整跨下放拆除 demolition of entire span bridge by lowering

靠近桥墩（台）设置支撑和起重装备承担桥梁全部或部分自重，将一跨或多跨梁体整体下放至设计高程的拆除方法。

2.1.13 桥梁快速移除 bridge quick demolition after removal

采用车载装备以较短的封路时间移运拆除桥梁的方法。

2.1.14 拆除危险区 demolition of hazardous areas

桥梁拆除作业和桥梁（部分）倒塌涉及的威胁人体健康和安全的区域。

2.1.15 拆除安全控制 demolition safety control

运用系统的安全控制理论和方法，对桥梁拆除施工进行安全管控的过程。

2.1.16 桥梁拆除监测 bridge demolition monitoring

通过监视、量测、试验等手段对桥梁结构、支撑、设备、环境、作业进行应力、变形和温度等安全控制参数进行监测的过程。

2.1.17 桥梁拆除预警 bridge demolition monitoring early warning

对桥梁拆除监测的安全控制参数的不利状态进行预测，并及时发出警告信号，报告危险情况。

2.1.18 设计符合性计算 checking calculation of design

桥梁拆除施工前，对桥梁拆除方案进行的强度、刚度、稳定性复核计算。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

f_{cd} 、 f_{ck} ——待拆桥梁混凝土的轴心抗压强度设计值、标准值；

$f_{cu,k}$ ——待拆桥梁混凝土的立方体抗压强度标准值。

2.2.2 作用与作用效应

S_d ——作用效应的组合设计值；

R ——构件承载力设计值。

2.2.3 其他

γ_1 —待拆桥梁结构的重要性系数；

γ_{fc} —混凝土材料分项系数；

μ_{fc} 、 σ_{fc} —待拆桥梁混凝土的棱柱体抗压强度的平均值和标准差；

α —棱柱体强度与立方体强度的比值；

$\eta(t)$ 、 $\xi(t)$ —随时间变化的函数；

$\mu_c(t)$ 、 $\sigma_c(t)$ —待拆桥梁混凝土的立方体抗压强度的平均值和标准差；

μ_{c0} 、 σ_{c0} —待拆桥梁混凝土的 28d 龄期、边长 150mm 标准立方体试件抗压强度的平均值和标准差；

δ_{c0} —混凝土的变异系数；

P_{cr} —爆后钢筋骨架失稳临界荷载；

W —爆破最小抵抗矩；

R —爆破安全允许距离；

Q —一次最大齐爆药量；

q —爆破单孔炸药量；

V —保护对象所在地质点振动安全允许速度；

k 、 α —爆破点至保护对象间与地面条件有关的系数和衰减指数。

3 基本规定

3.0.1 桥梁拆除前，应收集桥梁拆除工程相关的设计、施工、检查、养护及招（投）标文件等基础资料，并调研桥梁拆除的实施条件，对于施工风险大和技术复杂的桥梁拆除工程还应进行专项检查与评估。

条文说明：桥梁拆除的实施条件主要包括桥梁拆除的目的、现状、环境、背景及相关要求等，其中桥梁拆除的目的主要包括桥梁主体结构整体或部分消危，桥梁附属设施整体或部分消危，桥梁技术标准、通行能力与服务水平提升，桥梁移位后翻修改造利用，关联建（构）筑物建造与升级改造，公路建养规划与发展理念调整；桥梁拆除的现状主要包括桥梁和关联物的结构与材料，系统组成与技术标准，实际的技术状况、承载能力、通行能力与服务水平；桥梁拆除的环境主要包括桥位、桥

外的立体空间实际环境和潜在的危险要素，如工程分布，地形，地质，地基，地下物，地面物，净高，气候，水文，人文，地方防疫和民族风俗，征租用地情况，路网，水网，行车，行船，行人，桥面上空管线路，桥体上管线路，地下的管线路，桥下建（构）筑物，外围建（构）筑物，外围潜在危险的化工、易燃易爆设施及国家战略设施，当前桥梁拆除工程的科技与管理水平，当前物资设备供应能力，当前交通运输能力，输状况，当前地方电力、燃料供应能力，桥位区域电力设施情况，当前桥梁拆除工程的相关政策与法规等；桥梁拆除的背景主要包括桥梁的建造设计施工方法及异常记录，桥梁的管养情况及异常记录，桥梁的使用情况及异常记录，桥梁关联物的建管养情况及异常记录；桥梁拆除的要求主要包括安全、环保、工期、经济、路网保通、结构利用、设施保护、区域组织协同、区域交通影响、区域生产影响、区域生活影响、区域政治影响、区域社会影响等。

施工风险大、技术复杂的桥梁是指：（1）主跨 100 米以上、或桥位区域的人口密度特别大、或涉及运营高速公路、铁路及繁忙航道的大跨径桥；（2）主体结构技术状态评为五类桥、或废弃 1 年以上涉人口密集区、涉路、涉水的非简支四、五类桥、或拆除后需保留上部结构再利用的非简支梁桥；（3）复杂的组合结构、混合结构、异形结构、易失稳结构和特殊用途的桥；（4）拆除后需保持部分结构再利用的桥梁；（5）吊装或移位重量超过 300 吨单体、吊装或移位长度不小于 40m 的单体和采用新技术拆除的桥梁；（6）其他拆除过程涉及长期重大安全问题的桥。

3.0.2 桥梁拆除前，施工单位应结合桥梁拆除的实施条件，充分考虑桥梁拆除过程中结构、交通及作业等方面的安全要求，研究编制桥梁拆除专项施工方案，超过一定规模的桥梁拆除工程应委托具有设计资质的单位进行复核，通过后组织专家论证审查。对于未超过一定规模的桥梁拆除工程，监理单位或者建设单位认为其专项施工方案有必要进行专家论证的，也应当召开专家评审论证会。专项施工方案涉及铁路、航道、海事、路政和交警等部门的，应取得相关部门书面意见。施工单位应严格按照专项施工方案组织施工，不得擅自修改、调整专项施工方案，如因设计、结构、外部环境等因素发生变化确需修改的，修改后的专项施工方案应重新履行审核、论证（若有）程序；对于大型的桥梁拆除工程或含有非拆除内容的桥梁拆除工程，在编制正式的专项施工方案前尚应编制实施性施工组织设计。

条文说明：所有桥梁拆除工程均应按照行业及地方关于危险性较大的分部分项工程要求编制专项施工方案；专项施工方案中应包括工程概况，实施条件，编制依

据，施工部署（含交通组织方案），施工工艺技术，安全风险分析及相关预防预控措施、施工安全保证措施，文明施工、环境保护措施，应急预案，安全验算结果及计算书、相关施工图等。处于交通密集区域及涉路施工要求高的桥梁拆除工程应会同相关部门编制专门的交通组织方案。

超过一定规模的桥梁拆除工程主要包括：采用钢管和型钢结构支撑和落地式钢管脚手架支撑的桥梁拆除。采用桥面吊机及专用装备吊装或移动的桥梁拆除。采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 100kN 及以上的桥梁拆除。起重量 300kN 及以上的起重设备桥梁拆除。采用架体高度 20m 及以上悬挑式脚手架的桥梁拆除。用到离岸无掩护条件下的临时桩基作为基础的桥梁拆除。高度超过 15 米柱、墩、塔等构件桥梁拆除。钢箱梁及长度不小于 40m 的预制梁的桥梁拆除。开敞式水域大型预制构件的桥梁拆除。跨径 15 米以上圬工拱桥拱圈拆除。跨径 30 米以上钢筋混凝土拱桥拱圈拆除。跨度不小于 150m 的钢管拱拆除。用于桥梁拆除的内河水面上平台作业工程、水中栈桥工程。水深不小于 20m 的各类深水基础，水深不小于 10m 的围堰拆除。采用爆破的桥梁拆除。大桥及以上桥梁拆除。容易引起有毒有害气体（液）体或粉尘扩散、易燃易爆事故发生的特殊建、构筑物的桥梁拆除。可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其它建、构筑物安全的桥梁拆除。文物保护单位、优秀历史建筑或历史文化风貌区控制范围的桥梁拆除。跨度大于 36m 及以上的钢结构桥拆除工程。涉及 20 米以上高室作业的桥梁拆除。采用新技术、新工艺、新材料、新设备及尚无相关技术标准的危险性较大的桥梁拆除工程。

实施性施工组织设计的编制应遵循一定的程序，要依据施工时的具体条件，按照施工的客观规律协调处理好各环节的关系，用科学的方法进行编制。实施性施工组织设计应包括工程概况、总体施工部署、主要工程施工方案、资源配置、施工总平面图、保证措施、应急预案等内容。

实施性施工组织设计和专项施工方案的管理和实施相关要求既要满足国务院《建设工程安全生产管理条例》（国务院令第 393 号）、国务院《建设工程质量管理条例》（国务院令第 279 号）、交通运输部《公路水运工程安全生产监督管理办法》（交通运输部令 2017 年第 25 号）、交通运输部《公路工程施工安全技术规范》（JTGF90）、《公路桥涵施工技术规范》（JTGT 3650）等相关国家和行业法规、政策的相关规定，又要满足各省、市关于公路工程施工组织设计与方案标准化分类分级管理文件的相关要求。

3.0.3 对于规模较大、施工风险大和技术复杂的桥梁拆除工程应进行拆除设计，拆除设计应由专业单位实施，宜采用一阶段施工图设计。

规模较大的桥梁拆除工程是指大桥及以上或投资规模超过 500 万元或同批次拆除桥梁数量 2 座以上的桥梁拆除工程。设计阶段施工组织设计：设计单位编制的关于施工规划和实施设计意图的施工组织设计，以满足技术可行和经济合理为目标，重点研究施工组织方案，提出工期进度安排。

桥梁拆除设计应包含桥梁拆除规划、设计说明书及其施工图纸与预算，设计说明书应包括工程概况、施工条件、拆除顺序与拆除方法、拆除工艺及安全控制要点、工期进度安排、拆除结构计算等。

根据交通运输部《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》、《公路工程特殊结构桥梁项目设计文件编制办法》等相关文件要求，在设计文件的总体设计、施工方案或施工组织计划等章节中，均应给出工程施工组织设计建议，其内容主要包括：总体工期与施工进度安排，主要工程施工方法，资源配置方案，临时工程安排，管理措施建议，施工准备工作的意见，有关问题说明，附件（施工便道、临时工程数量表，公路临时用地表）。

3.0.4 施工风险大或技术复杂的桥梁拆除工程，应由有能力的专业单位进行施工监控。

条文说明：对于施工风险大或技术复杂的桥梁拆除工程容易引发安全责任事故，应委托有能力的专业单位对桥梁安全控制参数进行施工监测与控制。施工监控宜由桥梁建设单位或主管单位委托。

3.0.5 桥梁拆除宜采用逆序拆除，宜遵循先上部结构、后下部结构，先附属设施、后主体结构，先重要结构、后次要结构，先涉危结构、后稳固结构的拆除顺序。

条文说明：一般桥梁拆除宜采用逆序拆除。某些特定施工条件与工程需求下，不宜采用逆序拆除时应采取安全措施确保桥梁结构与附属设施的稳定，如里水大道广佛跨线桥快速拆除时，采用两套车载装备基本同步协同拆除下部结构和上部结构。桥梁拆除重建、桥梁部分拆除或保护性拆除时，应处理好桥梁拆除与重建结构或既有结构的关系，桥梁拆除顺序确定应确保桥的结构安全和功能满足现实需要。

3.0.6 桥梁拆除前，应对施工区域内受影响的相关管线、重要建（构）筑物和桥位设施进行保护、改迁或专项处置。

条文说明：施工区域包括桥桥面上、桥体内、桥下地面及桥梁投影区域的地下、

桥侧面以及与桥梁拆除施工安全相关立体空间区域。相关管线主要包括通信电缆、光缆、燃气管、输油管、水管和通信缆等。重要建（构）筑物主要包括相关道路、相关航道、交叉桥梁、交叉平台、进出通道等。桥位设施主要包括配电设施、监控设施、交通设施、绿化设施等。

3.0.7 桥梁拆除机械设备进场前应检验，其拆装、使用及维护过程应符合《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33）和定型机械的相关规定与操作指南，并要求机械设备的支承地基基础、移位路径、连接装置、固定装置和配套件等安全可靠；由项目实施主体设计、制作和拼装的专用装备需经过专家论证和现场试验后方可使用。

条文说明：桥梁拆除主要包括吊装、支撑、运输、分解等机械设备，其安装、使用及维护必须严格遵守《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33）和定型机械的相关规定与操作指南，确保机械设备的结构安全、性能稳定与作业空间，比如应确保吊装机械设备的吊装动力、地基基础、配套吊绳或拉杆的合理设计使用及安全储备，应确保支撑机械设备的支撑能力、地基基础、支撑体、连接装置的合理设计施工与使用安全，应确保运输机械设备的驱动能力、移位路径、地基基础、固定装置的合理设计施工与使用安全，应确保分解机械设备的分解能力、地基基础、固定装置的合理设计施工与使用安全，防止错误设计、施工、使用引发机械设备安全问题。

3.0.8 桥梁拆除后，应组织权属管理、交通管理、航道管理、环境管理等相关部门进行系统验收。

3.0.9 桥梁拆除工程应优先考虑绿色施工，参考《工程施工废弃物再生利用技术规范》（GB/T 50743）和《建筑垃圾处理技术标准》（CJJT 134）进行科学分类处置，积极推进桥梁拆除物资源化利用，并应符合下列规定：

- 1 梁桥拆除应遵循减量化、资源化和再生利用的原则，结合工程规模、环境条件等因素制定拆除物处理措施；
- 2 桥梁拆除物应提前规划，按照材质和规格进行分类堆放，并应控制影响回收质量的混杂物数量；
- 3 钢材宜回收利用或回炉冶炼回收；
- 4 混凝土拆除物宜进行整体化或碎石化再生利用。
- 5 石材拆除物宜进行碎石化再生利用或分类直接利用。

条文说明：为推进创新、协调、绿色、开放、共享五大发展理念，桥梁拆除工程应优先考虑绿色施工，积极响应国家和行业的相关生态环保政策与法规。桥梁拆

除工程应在保证安全等基本要求的前提下，通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源与减少对环境负面影响的施工活动，实现四节一环保（节能、节地、节水、节材和环境保护）。

4 拆除安全控制

4.1 一般规定

4.1.1 桥梁拆除设计施工应遵守国家及行业的相关安全政策、法律、法规，必须符合桥梁拆除安全生产条件，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。桥梁拆除设计施工尚应遵循地方的相关安全政策、法律、法规。

条文说明：既要满足《中华人民共和国安全生产法》、《国务院令 第 279 号 建设工程质量管理条例》、《国务院令 第 302 号 国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》、《国务院令 第 393 号 建设工程安全生产管理条例》、《国务院令 第 397 号 安全生产许可证条例》、《国务院令 第 493 号 生产安全事故报告和调查处理条例》等、《交通运输部令 2017 年第 25 号 公路水运工程安全生产监督管理办法》、《公路工程施工安全技术规范》(JTG F90)、《公路桥涵施工技术规范》(JTGT 3650)等相关国家和行业法规、政策的相关规定，又要满足各省、市关于公路工程施工组织设计与方案标准化分类分级管理文件的相关要求。桥梁拆除设计施工还应与地方的经济社会发展与实施条件相匹配，遵循地方的相关安全政策、法律、法规。

4.1.2 桥梁拆除施工前应进行危险源识别，系统设计施工安全保证措施，严格按照桥梁拆除专项施工方案施工，并动态管控。

条文说明：施工安全保证措施主要包括组织保障（质量、安全生产组织机构及职责分工）、技术措施、监测监控措施、检查措施、专项施工方案安全教育培训和技术交底措施等。桥梁拆除设计、施工前均应对桥梁拆除的实施条件进行系统深入的调研分析，桥梁拆除过程中因桥梁拆除的时间、空间、需求和敏感因素的变化，尚应对方案不可行、不适用或者发现未预见到的问题时，应及时分析原因，实施科学的动态调整与有效管控，必要时对拆除方案进行动态修编，并重新按程序进行审批。

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

条文说明：施工技术交底可以和安全技术交底合并进行。其中现场管理和技术人员、工区负责人、综合班组负责人的交底以施工方案为主；机手、施工车辆司机的交底以安全为主。安全技术交底主要包括两个方面的内容：一是在施工方案的 du 基础上按照施工的要求，对施工方案进行细化和补充；二是要将操作者的安全注意事项讲清楚，保证作业人员的人身安全。安全技术交底工作完毕后，所有参加交底的人员必须履行签字手续，施工负责人、生产班组、现场专职安全管理人员三方各留执一份，并纪录存档安全技术交底的作用。桥梁拆除技术负责人在生产作业前对直接生产作业人员进行的该作业的安全操作规程和注意事项的培训，并通过书面文件方式予以确认。

4.1.4 对于保护性桥梁拆除工程，应对需保留结构或设施进行安全防护设计。

4.1.5 对行人、通车、航船有较大安全影响的桥梁拆除工程，应符合以下规定：

1 编制桥梁拆除工程的交通组织方案，划定施工区，必要时组织专家论证并报主管部门批准，开工前应进行公告；

2 桥梁拆除宜选择对行人、通车、航船安全影响最小的时段实施，并充分利用现代交通信息技术提升交通组织与疏散能力。

条文说明：

对涉及跨路及通航的拆除工程，需充分论证通车条件下桥梁拆除安全性，同时需对应设置安全防护与监测控制措施。

4.1.6 采用直接凿除法拆除桥梁时，应确保桥梁分解过程中整体结构稳定、施工机械安全，禁止人员、车辆、受保护设施等处于拆除危险区；无安全可靠的方案及安全措施，禁止采用直接凿除墩（台）整体坍塌方式拆除桥梁。

条文说明：直接凿除桥梁时，拆除危险区主要是指被凿除的梁跨或梁段的桥面与桥下投影区域以及梁体倒塌可能涉及的桥下区域；跨线桥、跨河桥、立交桥等直接凿除时，桥下道路、通航区域、重要设施和有人活动区域等必须采取安全防护措施解除桥梁拆除危险或者直接围蔽后才能施工。

4.1.7 混凝土和钢筋混凝土构件破拆应结合桥梁拆除的施工条件，选择安全性能高、噪声低、扬尘小的施工方法。

4.1.8 桥梁的预应力体系解除应确保结构安全、作业安全及设备安全；拆除预应力时，锚头方向应有足够的安全防护措施，不得站人；无粘结预应力应在主体结构拆除前对称均衡解除，施工时应设置安全防护措施。

4.1.9 混凝土拆除物的移运、存放应符合下列规定：

1 采用平板拖车或拖车运输时，应与运输物体相匹配，满足支点间距及稳定运输的要求；运输道路应满足于承载能力、宽度与弯度要求；沿路桥梁应满足净高、净宽与承载力要求，超限运输应办理相关手续，并有专人指挥。

2 拆除物装卸时，应在放置稳固后，方可卸除吊钩。

3 水域运输应根据气候安排装卸、运输时间，并满足水上作业的相关安全规定。

4 拆除物堆放应稳固可靠，堆放场地应满足支撑点承载力及功能区相关要求。

5 涉人、涉路区域堆放拆除物时，应进行有效隔离，设置可靠的安全防护与标识标牌。

4.2 人工拆除安全控制

4.2.1 人工拆除应严格遵守相关安全政策、法律、法规的作业要求，严格按照审批的施工方案和安全防护措施进行施工。

4.2.2 人工拆除时应设置牢固的作业平台；小型的易失稳结构或构件拆除时应设置安全防护措施；严禁无可靠安全防护条件进行垂直交叉拆除作业和在薄弱、严重损坏及非稳定的构件上作业。

4.2.3 人工拆除时应配置防护面具、口罩、防护眼镜、防滑鞋、安全带等安全防护用品。

4.2.4 人工拆除作业应与高压电线、燃气管线、危险化工设施之间保持安全距离。

条文说明：

一般情况下，拆除作业应考虑临近电网等管线迁改或停止运营。

4.2.5 少筋混凝土结构、圯工结构及装配式结构采用人工拆除时，应采取措施确保拆除结构、拆除物及作业人员的安全稳定，防止分解过程产生结构脆断与拆除物坠落。

4.3 机械拆除安全控制

4.3.1 禁止在桥面设置可能超载、超限或共振的吊装设备、运输设备、震动设备及大型临时设施。

4.3.2 桥梁下部结构和深基础拆除时，应采取措施保持边坡及基坑稳定，及时排除地下和地表水；坡体或堤坝上拆除桥梁时，应采取措施确保机械设备的安全和堤

坝的稳定。

4.3.3 桥梁结构采用静力切割拆除时，对于切割段的吊装应在切割前启动吊装设备收紧吊绳，并宜设置对应的防冲击措施。

4.3.4 拆除中采用多台吊装设备进行抬吊吊装时应编制同步作业专项方案，现场设警戒区、现场派专人指挥。

4.3.5 大型机械设备在埋有地下管线的区域作业时，应对地下管线进行专门的保护措施。

4.3.6 多台拆除机械不得进行立体交叉拆除作业，相邻两台拆除机械平行作业时的间距不得小于机械工作半径的 2 倍。

4.3.7 桥梁拆除前应根据本规范第 6 章要求对桥梁拆除结构进行计算分析，使得桥梁拆除过程中待拆结构应力以及变形符合规范要求。

条文说明：

结合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 及《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 进行综合计算，并着重验算承载能力极限状态及短暂状况应力。

4.3.8 拆除工程施工区域应设置有效的封闭围挡及醒目警示标志，非施工人员不得进入施工区。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置。

条文说明：

相关防撞措施应具备拆装方便、防护等级满足通行要求等特点。

4.3.9 当风力大于六级或遭遇大雾、雨雪等恶劣天气时，必须停止室外拆除和清除作业。位于人员稠密区域的拆除工程在夜间规定时间外不得施工。

4.3.10 跨河流桥梁拆除水上作业要在开工前，应根据施工需要设置安全作业区，并办理水上作业许可证，发布通航通告。

4.3.11 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）尺寸；
- 5 墩梁固结部位的切割，应有防止应力突然释放的措施；

6 严禁采用吊装设备悬吊切割；

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。

4.3.12 对于水下切割拆除作业，潜水员应按相关规定经专业机构培训，并取得相应从业资格；潜水作业最大安全深度和减压方案应符合现行国家标准《产业潜水最大安全深度》GB/T 12552 的相关规定。

4.3.13 桥梁拆除梁段起重吊装作业要符合现行标准《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ276）和《起重机安全规程 第1部分：总则》GB6067 的相关规定。

4.3.14 拆除过程中搭设的临时支架结构的强度、刚度、稳定性应按照本规范 5.5 要求执行，且符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 要求，桥梁结构拆除完毕后方可进行支架拆除。

条文说明：

对于施工过程荷载可参考《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 和《建筑结构荷载规范》GB 50009，钢结构相关设计可参考《钢结构设计标准》GB 50017。

4.3.15 使用碗扣式、门式或扣件式钢管脚手架作为支架时，脚手架构造应分别符合现行行业标准《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ166、《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ128 和《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130 的规定。扣件应符合现行国家标准《钢管脚手架扣件》GB15831 的规定。

4.3.16 采用整体拆除法时，应符合下列规定：

- 1 拆除装备拼装完成后，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；
- 3 当顶离桥位开始移运前，应对梁体在拆除装备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 多组拆除装备同时作业时，应统一指挥，确保移运同步、平稳。

4.4 爆破拆除安全控制

4.4.1 桥梁爆破拆除的爆破设计施工、爆破安全评估、爆破作业以及爆破安全监理均应按现行国家标准《爆破安全规程》GB6722 要求执行。

条文说明：

爆破作业现场必须符合下列要求：

1 爆破前在警戒区域设置警戒线，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 施爆过程中实行三次警报：预备警报、起爆警报和解除警戒警报；

3 施爆后及时检查，排除可能存在的盲炮，保证后续施工的安全。

4 盲炮检测应在爆破 15min 后进行，发现盲炮后应继续安全警戒，及时报告并由爆破人员处理。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。

爆后检查、盲炮处理必须符合下列要求：

1 因涉及失误或出现盲炮造成桥梁未倒塌或倒塌不完全的，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，提出处置方案，未处理前不得解除警戒；

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。

4.4.2 桥梁爆破安全允许距离应按照现行国家标准《爆破安全规程》GB6722 规定执行，并根据安全允许距离设置相应的警戒区域和警戒人员，爆破后，爆破技术人员和桥梁结构技术人员应对现场进行检查，确认无险情后再解除警戒。

4.4.3 爆破拆除时，应采取“主动耗散与被动吸收”相结合的塌落冲击与振动控制技术，采取“主动与被动、刚性与柔性、近区与远区”相结合的飞石、冲击波控制技术，将飞石、冲击波和冲击振动等主要有害效应控制在安全范围之内。

4.4.4 从事桥梁拆除爆破的工作人员应按照有关规定经专业机构培训，取得相应的从业资格。

4.4.5 桥梁结构拆除水下爆破，对于电爆及爆破网络主线和连接线应强度高、电阻小、防水、柔韧、绝缘。波浪、流速较大水域中的爆破主线应呈松弛状态，并应与伸缩量小的导向绳子固定。水下爆破引爆前，警戒区内不得滞留船舶和人员。

4.4.6 桥梁爆破拆除应根据桥梁结构形式、桥梁技术状况与周边环境条件预先编制桥梁爆破拆除设计文件，设计文件应包括：总体方案、爆破参数、起爆网路、安全校核与防护、安全警戒以及应急预案等内容。

4.4.7 桥梁拆除爆破设计应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 D）确定爆破设计相应的编制和审核要求。

4.4.8 爆破桥梁的倒塌方式及散落范围应符合下列要求：

1 根据桥梁结构、爆区环境条件和施工进度要求，可采取“分段多次爆破拆除”

和“逐跨连续塌落一次性整体爆破拆除”两种倒塌方式；

2 不同倒塌方式的爆堆散落范围均应控制在周边环境所允许的用地范围之内。

4.4.9 爆破拆除应采取以下措施减少粉尘污染：

1 预先拆除非主要承重构件，清理桥面积尘，并采用密目安全网覆盖桥体塌落范围内裸露场地；

2 爆破前将桥面用水冲洗干净，并充分湿润桥体两侧悬挂的密目安全防护网；

3 爆破时，采取桥墩悬挂条式水袋和“点面结合、多点驱动、同网超前”爆炸水雾降尘技术最大限度降低爆破粉尘影响；

4 爆破后，立即洒水降尘。

4.4.10 水中桥梁爆破拆除应符合下列规定：

1 在通航水域爆破时，应在爆破3天前由公安部门会同港航监督发布爆破公告；

2 水上爆破拆除，应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；

3 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，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。

4.4.11 对可能危及建（构）筑物、公共设施或人员安全而无有效防护措施的，以及可能会造成河床严重阻塞、堤坝漏水、泉水变迁、管线破坏等危害的，不应采用爆破方法拆除。

4.4.12 当采用爆破法拆除时，应对爆破区周围的自然条件和环境状况进行调研，了解危及安全的不利环境要素，采取必要的安全防护措施。爆破作业应按现行国家标准《爆破安全规程》GB6722的有关规定执行。

5 拆除设计

5.1 一般规定

5.1.1 桥梁拆除可选择人工拆除、机械拆除或爆破拆除的方法，宜选择快速、低交通影响的机械拆除方法。

条文说明：能采用机械拆除方法实施的拆除项目，不宜采用人工拆除方法；小型桥梁构件拆除或桥面附属设施及局部拆除可采用人工拆除；钢筋混凝土主体结构不宜采用风镐凿除法、电镐凿除法、钻机取芯法等人工拆除方法。城市桥梁及跨越

河流、山谷、路网等不适应爆破拆除且能满足机械作业实施要求的桥梁可采用机械拆除；环境条件允许且对拆除方式无特殊要求的桥梁拆除工程可采用爆破拆除，采用爆破方式拆除桥梁除应满足本规范规定之外还应符合《爆破安全规程》GB6722 相关要求。

5.1.2 桥梁拆除应根据工程施工能力与施工条件合理选择支撑、分解及吊运方法。详见附录 A。

5.1.3 桥梁主体结构拆除施工顺序应根据结构形式、外部环境及工程需求等因素综合确定。桥梁非爆破拆除时，宜采用先上部结构后下部结构、先水面以上部分后水面以下部分、先附属设施后主体结构的原则。对同一类别或部位的构件或杆件拆除时，应先拆除受损或易失稳的部分。桥梁爆破拆除时，应先解除与非爆破部分约束并留出安全空间，非爆破部分宜优先拆除。

5.1.4 桥梁拆除应根据桥梁的桥型特点综合不同的拆除方式选用不同的拆除方法，各种桥梁拆除方法及适用条件见附录 A。

5.1.5 拆除风险大、技术复杂的桥梁拆除工程应进行桥梁拆除专项方案设计。

条文说明：

相关方案设计要求需满足《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》。

5.1.6 桥梁非爆破拆除应对被拆除结构进行拆除各阶段计算。桥梁爆破拆除应按附录 C 进行爆破拆除参数计算。

5.1.7 桥梁拆除计算应根据桥梁拆除方案、实际技术状况以及现行相关标准执行。

5.1.8 桥梁拆除前应在桥梁检测评估的基础上对拆除方案进行设计符合性计算。

5.1.9 桥梁拆除计算应包括下列内容：

- 1 拆除前桥梁结构的受力状态分析与评估；
- 2 拆除过程各施工阶段桥梁结构的强度、变形及稳定性；
- 3 拆除过程各施工阶段临时结构的强度、变形及稳定性。

条文说明：

结合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 及《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 进行综合计算，并着重验算承载能力极限状态及短暂状况应力。

5.1.10 桥梁拆除设计应包括结构及工艺设计、交通组织设计、桥梁结构计算、临时结构计算、关键装备计算等内容。

5.1.11 桥梁拆除设计前应收集既有竣工资料或设计文件确定桥梁相关参数。对缺失资料桥梁，可根据桥梁检测资料，结合参考同年代类似桥梁设计文件或标准定型图确定桥梁相关参数。

5.1.12 桥梁拆除设计前应进行定期检测。根据需要可进行特殊检测。

条文说明：定期检测及特殊性检测具体规定详见《公路桥涵养护规范》JTG H11。

5.2 拆除方法设计

5.2.1 桥梁拆除应根据不同桥型、不同部位确定拆除顺序、拆除方法及保障措施。

5.2.2 非爆破拆除时应按照与原桥施工相反的顺序，并应遵循先附属后主体、先上部后下部的原则。

5.2.3 装配式桥梁拆除宜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。

5.2.4 现浇桥梁拆除宜按照设置支（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。

5.2.5 桥梁拆除结构及工艺设计应包含桥梁拆除整体流程、关键拆除要点及主要临时措施。

5.2.6 护栏、人行道、桥面系及附属结构可单独进行拆除或与上部结构整体拆除。

条文说明：

单独进行拆除时一般主体上部结构采用原位分解、异位破碎的处理方式。

5.2.7 桥梁上部结构采用原位破碎处理方式时，应详细阐述原位破碎的顺序及原则、主要的设备及实施位置、对桥梁下方构造物的防护措施等内容。

5.2.8 桥梁上部结构采用原位分解、异位破碎处理方式时，应详细阐述原位分解的顺序及原则、构件移运的方法、未分解构件的支撑措施等内容。

5.2.9 梁式桥上部结构原位分解、异位破碎处理方式时，应对桥梁结构进行施工过程计算。必要时可在拆除前针对性进行加固或采用有效的支撑措施。

5.2.10 拱桥上部结构拆除时，应对桥梁结构进行施工过程计算。单拱拆除应采用对称方式进行拆除。上承式单拱拆除可按桥面系、桥面板、拱上填料或建筑、主拱非主要受力构件、主拱主要受力构件的顺序进行拆除。对多拱拱桥拆除，可在准确分析下部结构承载能力后针对性确定各拱拆除顺序。必要时可在拆除前针对性进行加固或采用有效的支撑措施。

条文说明：对于多拱结构，若下构水平承载力满足工况要求，可单拱拆除。或可通过加固下构结构，实现多拱结构采用单拱依次拆除的方式。

5.2.11 桥梁下部结构拆除应阐述拆除范围。对水面及泥面以下构件，应提供建议方案及相关措施。

条文说明：一般情况下，下部结构拆除的顶标高与设计泥面线平齐。

5.3 交通组织设计

5.3.1 桥梁拆除设计阶段应进行详细的交通组织设计，交通组织设计应符合《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)、《高速公路改扩建设计细则》(JTG/T L11- 2014)、《高速公路改扩建交通工程及沿线设置设计细则》(JTG/T L80- 2014)、《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81- 2006)、《公路交通安全设施设计细则》(JTG/TD81-2006)、《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTG D80- 2006)、《公路交通标志和标线设置规范》(JTG D82- -2009)、《公路交通安全设施施工技术规范》(JTG F71-2006)、《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)、《道路交通标志和标线 第4部分 作业区》(GB 5768.4)等相关规范要求，并经审批通过后实施。

5.3.2 交通组织应遵循“充分考虑社会影响、安全可靠、方案合理、经济适用、绿色环保”的原则，保障施工和营运安全、控制工程风险、协调营运与施工的关系，减少社会影响的同时，吸收国内外先进、成熟的技术和经验。

5.3.3 交通组织应与项目总体设计以及施工组织计划协调统一，并兼顾项目影响区域路网状况、项目路段道路条件、交通条件、交通管制措施等客观因素。

5.3.4 交通组织总体设计应包含交通量分析、区域路网分流、路段保通交通组织、临时交通工程设施设计、交通组织管理机构、应急保障措施等。

条文说明：

一般情况下，公路主线桥涵拆除时应封闭桥跨所在车道。主线桥左右副分离时，采用有支撑形式拆除时应根据作业对通行车辆的影响范围确定非拆除副交通组织形式。主线桥左右副分离时，采用无支撑（破除、爆破等）形式拆除时应左右副同时封闭。

5.3.5 分离式主线桥半幅封闭拆除施工时，施工作业不宜对通车幅行车造成潜在安全风险，必要时需沿中央分隔带设置防护屏障。

5.3.6 跨线桥拆除时应优先选用快速拆除的方式，尽量减少对车辆通行的影响。

5.3.7 跨线桥采用无支撑（破除、爆破等）形式拆除时，应将桥面及桥下道路全部封闭。

5.3.8 跨线桥采用有支撑形式拆除时，应将桥面及桥下影响区域道路封闭。

5.3.9 匝道桥拆除应封闭匝道交通及对应收费站出口或入口，匝道桥拆除时跨线部分参照跨线桥拆除相关要求进行交通组织，其余部分参照主线桥拆除相关要求进行交通组织。

5.3.10 桥涵拆除封闭主线单向车道时应尽量采取借对向车道通行方式进行交通疏导。

5.3.11 桥涵拆除封闭主线双向车道时应，宜选择交通低谷时段或考虑采取远近端诱导分流的措施，减少对地方道路的交通压力。

5.3.12 跨线桥主线外临近主线桥跨及下部结构拆除时，施工作业不宜对通车幅行车造成潜在安全风险，必要时需沿边护栏设置防护屏障。

5.3.13 桥涵拆除宜选择在交通流量较小的时段进行并采用快速拆除的施工工艺，如整体拆除法，减少对既有线路交通的影响。

条文说明：对于拆除重建桥梁，桥梁拆除可按照“先建后拆”的原则进行交通组织，确保道路畅通。当采用原位重建的形式进行桥梁重建时，可考虑预制化构件，减少施工周期。

5.4 桥梁结构计算

5.4.1 桥梁结构拆除分析应根据桥梁的材质劣化、结构开裂、预应力损失、截面变化对桥梁在拆除过程中的受力状况计算分析，计算分析内容包括：

- 1 拆除前桥梁的受力状态；
- 2 拆除过程中桥梁的几何状态；
- 3 拆除过程中桥梁的受力状态。

条文说明：

几何状态主要包括拆除过程中各工况下留存的梁体结构、拱圈结构、墩柱等的空间状态（竖向下挠与上拱、横向偏位等）；受力状态主要包括拆除过程中各工况下留存结构的轴力、弯矩、剪力等；

5.4.2 桥梁结构计算应根据桥梁检测结果结合桥梁相关参数，参照现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 中相关规定确定。

5.4.3 桥梁拆除施工中各种荷载作用的取值应符合下列规定：

1 结构重力可根据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现行行业标准《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360 中相关规定；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；

3 其余作用的标准值取值应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTGD60 的规定。

5.4.4 各类桥梁拆除中待拆构件承载能力极限状态应满足下式要求：

$$\gamma_1 S_d \leq R$$

式中： γ_1 ——桥梁结构的重要性折算系数，根据桥梁评估状态取值，一至三类桥

1.0，四、五类桥取 1.1；

S_d ——构件拆除过程中作用效应设计值，照《公路桥涵的设计通用规范》

JTG D60 计取，作用工况考虑作用基本组合；

R ——待拆构件承载力设计值。

5.4.5 混凝土桥梁拆除中待拆混凝土材料的设计强度应按实测确定，参照现行行业标准《公路桥梁承载能力检测评定规程》JTG/T J21 中相关规定确定。在实测较困难时，大气环境下的混凝土设计强度可按附录 C 公式确定。

5.4.6 拆除工程中的主体结构除应进行承载能力计算外，还应对短暂状况构件的应力进行验算。对于混凝土桥梁，短暂状况混凝土构件正截面的最大压应力不宜大于 $0.70f_{ck}$ ， f_{ck} 应采用实际评估结果折减值。对于钢结构桥梁，参照现行行业标准《公路钢结构桥梁设计规范》JTG D64 中相关规定确定。

条文说明：

本条设置最大应力限值是为防范桥梁结构因压应力超限发生脆性破坏而规定的。参照现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 取值。考虑受荷载及环境因素影响，桥梁结构会发生一定程度劣化， f_{ck} 采用实际评估结果折减值。

5.4.7 桥梁结构的拆除计算结果不满足规范要求时，应对拆除方案进行修改。

5.4.8 梁式桥采用整跨、整桥的下放或平移拆除时，除了应进行结构强度、刚度、稳定性计算外，还需对吊装过程进行抗倾覆计算。

5.4.9 采用悬臂分段切割移除法拆除的连续梁桥、连续刚构桥拆除计算时应符合下列规定：

1 应按照与原桥施工相反的顺序进行分析计算，并考虑体系转换对结构受力的影响；

2 曲线梁桥拆除时应进行抗倾覆稳定性验算；

3 桥梁纵坡较大时，应计算跨中合龙段解除后桥墩抗倾覆稳定性；

4 应验算主梁留存结构的不平衡荷载工况。

5.4.10 拱桥拆除计算时，不考虑拱上建筑的联合作用，多孔拱桥应考虑连拱影响。

条文说明：

由于连拱效应的存在，需要通过计算确定各跨的先后拆除顺序，以防止出现意外连续垮塌，避免安全事故。

5.4.11 拱桥拆除中要对拱上结构拆除引起主拱受力及变形进行验算，主拱结构验算截面为：

1 中小跨径无铰拱桥：拱顶和拱脚；

2 大跨径无铰拱桥：拱顶、拱脚和 1/4 截面；

3 采用无支架拆除施工的大跨径拱桥：拱顶、拱脚和 1/4、1/8 和 3/8 截面。

5.4.12 有粘结预应力混凝土结构切割分块后留存预应力，在灌浆饱满的条件下，可按照留存预应力 50% 参与计算。

5.5 临时结构计算

5.5.1 桥梁拆除过程中应对临时支架的强度、刚度、稳定性和基础承载力进行验算，验算结果应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 相关规定的要求。

5.5.2 临时结构计算应考虑梁体自重、支架自重、风荷载、施工荷载以及切割瞬间产生的不平衡水平荷载和冲击荷载。

条文说明：

冲击荷载可按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 相关条文取值。

5.5.3 分段拆除法使用的桥面吊机的抗倾覆稳定系数不得小于 1.3，桥面吊机行走前应检查行走系统、吊挂系统，吊机就位后要检查锚固系统，检查通过后才可进行吊装作业。

条文说明:

抗倾覆计算可参照《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 相关规定进行。

5.5.4 拆除梁段吊点位置应符合设计规定,经冷拉的钢筋不得用作构件吊环,吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时应设置吊梁或起吊扁担。

条文说明:

吊装作业用吊绳一般采用钢丝绳,安全系数 K 应不得小于 8。

5.5.5 拱桥拱圈采用斜拉扣挂悬臂拆除时,扣塔上应设置缆风索,缆风索安全系数应大于 3.5,扣索、锚索应逐根分级、对称张拉、放张,扣索、锚索安全系数应大于 2.0。

5.5.6 对采用千斤顶同步顶升或同步提升的桥梁拆除,各项升点或提升点的安全系数不应低于 2.0。

5.5.7 临时支撑结构应进行稳定性验算,弹性屈曲系数不得小于 4。

条文说明:

屈曲分析可参照《钢结构设计标准》GB 50017 相关规定进行。

5.6 关键装备计算

5.6.1 吊车、卷扬机、架桥机、浮吊、车载装备及顶升提升系统应考虑动力系数,动力系数应按《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 计取。

5.6.2 吊装作业可参照《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276 相关规定执行。

5.6.3 钢丝绳应满足《重要用途钢丝绳》GB 8918 的相关规定。

5.6.4 吊装作业时应针对性设计吊装工装,合理选择钢丝绳及吊装点,应计算吊装工况下构件和吊具的承载能力。

5.6.5 吊装或顶升点位于原构件支点处时,可不进行原构件承载力校核。

6 梁式桥拆除

6.1 一般规定

6.1.1 本章节适用于混凝土简支梁、连续梁、刚构桥等拆除。

6.1.2 预制拼装结构梁式桥宜采用部件移除方式或整体移除方式拆除,现浇结构梁式桥可采用直接破碎、分段切割移除和整体拆除的方式进行拆除。

6.1.3 各类梁式桥均可采用爆破法拆除，采用爆破方式拆除的梁式桥除要符合本章节规定内容外，同时要符合本规范 4.4 章节相关内容。

6.1.4 梁式桥预应力拆除应符合下列规定：

1 体内预应力束的拆除应符合下列规定：

- 1) 有粘结预应力束的梁体拆除可按梁体分段切割，切割时应避开锚头；
- 2) 无粘结预应力束的梁体拆除应在相应节段切割前，首先解除梁体预应力。

2 体外预应力束的拆除应符合下列规定：

- 1) 预应力束解除应对称、同步、逐根进行；
- 2) 预应力束解除前应在释放点处设置与梁体可靠连接的防崩钢箍；
- 3) 预应力束解除前应算好解除后的回缩量，确保防崩钢箍安置在可控的安全区域；
- 4) 直线体外预应力束与折线体外预应力的解除释放点应选择在锚固块或齿板前端。

条文说明：预应力拆除时需设置防崩装置。

6.1.5 梁桥主体结构拆除前应进行桥面铺装及附属设施的拆除，拆除过程不宜损害主体结构。桥面铺装及附属结构的拆除方式可参照附录 B 进行。

6.1.6 梁式桥上部结构拆除后，按照支座安装的逆序分类拆除并回收。

6.2 简支梁桥上部结构拆除

6.2.1 装配式简支梁拆除宜采用分片吊装拆除方式，吊装拆除前应拆除各片梁体之间连接与联系，以及梁体与墩柱之间的连接，同时应采取措施保证每一片梁体独立稳定。

6.2.2 整体现浇简支梁桥采用纵、横向分段切割方式进行拆除时，应符合下列规定：

1 梁体拆分块拆除前应搭设承载能力满足要求的梁体承重支架，支架与桥梁结构之间应紧贴；

2 设置有无粘接预应力和体外预应力的梁体应进行预应力解除，解除顺序宜按照原施工阶段的逆顺序进行，解除过程中监测梁体和墩柱的受力状态变化；

3 切割拆除顺序宜从跨中向桥墩方向进行，宜采用钻孔穿绳的兜吊法吊装。

条文说明：

梁体拆分块拆除前，可以通过千斤顶反向预压或打设楔块使得支架与桥梁结构之间紧贴。

6.2.3 简支梁桥采用爆破方式拆除时，宜采用逐跨连续缓冲垮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。上部结构宜采用钻孔爆破或水压爆破方式进行同步削弱，炸药单耗值见附录 D。

条文说明：

简支梁连续跨塌过程中，第一排桥墩爆破后，桥梁的上部结构先发生绕支点的转动塌落，在第二排桥墩爆破后，上部结构将发生转动和自由落体的复核运动。

6.2.4 简支梁桥采用爆破方式拆除时，当跨数较多时，应采用“宽间隔、长延时、互动有序”复式交叉非电起爆网路，保证网络的高可靠度和准爆性。

6.2.5 跨线简支梁桥或其他无法在桥址处分解的简支梁桥拆除，宜采取基于移动支撑快速整体拆除法，应符合下列规定：

- 1 支撑的顶升、移动同步性应满足设计要求；
- 2 梁体整体移运前应确保伸缩缝、支座、挡块等约束已解除；
- 3 跨线桥梁移运时应封闭桥下交通或航道，应按相关规定做好交通管制。

条文说明：

移动支撑可以为车载、船载、轨道等诸多可载重移动的支撑系统。移运前需保证移运路径满足承载能力需求。整体拆除的简支梁桥可不进行体内预应力解除，但在拆除过程中应确保预应力锚头不受扰动。

6.3 连续梁桥上部结构拆除

6.3.1 桥下无交通限制的连续梁桥可采用支架法分段切割拆除，搭设支架结构应符合本规范 5.5 条规定。

6.3.2 桥下有通行要求的连续梁桥拆除可参照附录 A 的原位分解、异位破碎的方法。

6.3.3 先简支后连续的桥梁应先解除负弯矩区的预应力，使桥梁上部结构由连续体系转化成为简支体系。

6.3.4 上部结构完整的等截面连续梁桥可采用顶推拆除法并应根据计算设置必要的临时支撑。

6.3.5 采用悬臂法施工的桥梁应采用悬臂分段拆除法按原桥浇筑施工顺序逆序拆

除。拆除过程应满足下列要求：

1 拆除时应先将合龙段切割移除，形成悬臂结构进行倒装拆除。合拢段解除前根据拆除方案设置必要的临时支撑以及安全防护措施，悬臂分段拆除时，应对 0#块采取临时固结措施，临时固结应有足够的抵抗不平衡力矩的刚度和强度；

2 分段切割下放的梁段宜采用桥面吊机、吊车或浮吊分段吊装移除；

3 悬臂拆除过程中应及时监测桥轴线挠度曲线的变化，并与理论值对比，遇有较大偏差时应及时处理；

4 预应力梁体切除前应严格按照拆除方案分段标记画线，并明确切割或凿除顺序，不得扩大相应阶段的拆除范围；

5 合拢段切断前应设置保证混凝土解体剪力释放平缓过渡，防止发生突然冲击的防冲击挑梁连接切割面两侧，如图 6.3-1 所示。

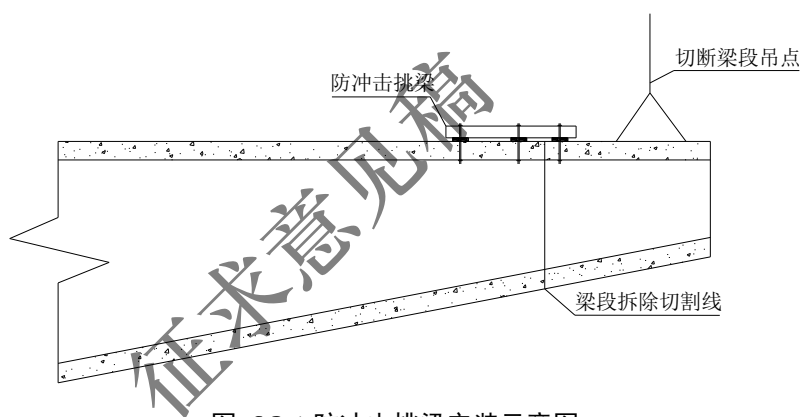


图 6.3-1 防冲击挑梁安装示意图

条文说明：

1 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，应确保固结措施安全可靠。

2 悬臂分段拆除法一般采用桥面吊机或架桥机进行拆除，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。

6.3.6 跨线连续梁桥或其他无法在桥址处分解的连续梁桥拆除，宜采取基于移动支撑快速整体拆除法拆除跨线梁段。基于移动支撑快速整体拆除桥梁时，应符合下列规定：

1 应采用车载支撑顶升跨路梁段后再切割梁段，若要提前切割梁段需采取支撑措施保证梁段切割后结构安全稳定；

2 梁段切割断面需保证梁段能够顺利移出桥址，必要时可在切割断面处切割吊

装拆除一节梁段保证足够的移运空间。

6.3.7 拆除曲线梁桥时，应在曲线梁两侧外缘设置临时支撑，以防止桥梁倾覆或断裂。

6.3.8 连续梁预应力的拆除参照本规范 6.1.4 条。

6.3.9 箱梁拆除前应首先进行翼缘板切割，切割线应避开纵向预应力筋及锚具。翼缘板切割截面布置宜参照图 6.3-2 执行。

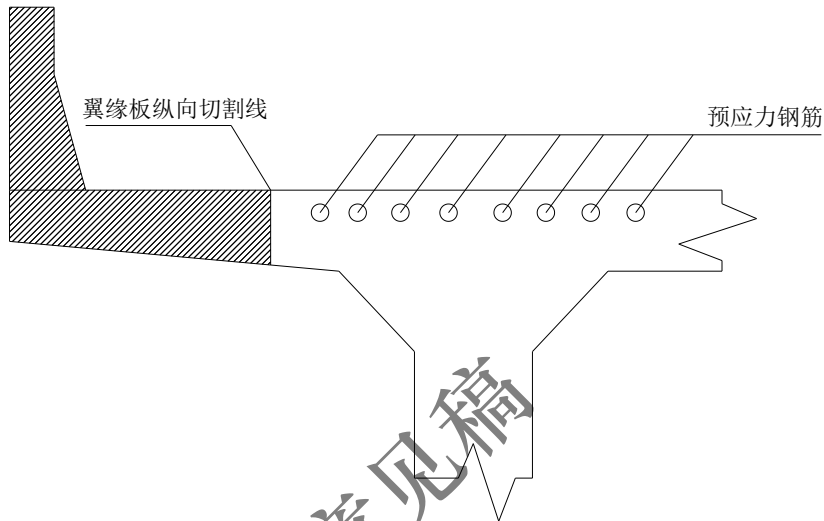


图 6.3-2 翼缘板切割示意图

6.3.10 拆除梁段吊运

1 梁体拆除切割段可采用整体兜吊方式或设置吊梁孔穿绳吊装，吊点设置应确保腹板成为主要受力部位，同时应设置保护措施避免吊点处发生局部失稳破坏；

2 当混凝土连续梁采用整体切割吊卸拆除时，应对不能满足吊运要求的梁体进行临时补强加固措施；

3 连续梁桥梁结构设置挂孔段时，采用整体吊装法拆除前首先解除挂孔段约束。

条文说明

梁底吊点宜布置于原设计吊点位置，吊点形式可采用钢丝绳兜底捆绑、钻吊孔等形式。

6.3.11 陆上连续梁桥在拆除合拢段、悬臂段以及边跨梁体时，可根据需要设置临时支撑或吊架，临时支撑及吊架应满足本规范 5.5 节的要求。

6.3.12 混凝土箱梁分段或分块拆除时，合拢段后的梁体切割宜使用静力切割。

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

6.3.14 多跨连续梁桥采用爆破方式拆除时，其起爆时差和起爆网路等关键参数可参照简支梁桥确定。

6.4 刚构桥上部结构拆除

6.4.1 刚构桥拆除前应设置临时支撑，支撑布置结构受力计算确定。

6.4.2 刚构桥拆除切割宜采用静力切割，且应进行拆除全过程监测。

6.4.3 刚构桥采用爆破拆除前，宜采取数值模拟、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，确保上部结构可靠失稳。

6.2.4 跨线刚构桥或其他无法在桥址处分解的刚构桥拆除，宜采取基于移动支撑快速整体拆除法拆除跨线梁段。

6.4.5 刚构桥分段切割拆除的其他技术指标可参照本规范 6.3 节规定执行。

6.5 梁式桥下部结构拆除

6.5.1 梁式桥下部结构拆除应符合以下规定：

- 1** 桥梁下部结构拆除顺序应按照桥梁建造时的逆序顺序进行；
- 2** 对于部分保留、部分拆除的下部结构，所采用的施工方法应保留部分的结构外观与内部构造完好；
- 3** 桥梁下部结构拆除可以采用机械拆除法、爆破拆除法或则两者结合方式进行；
- 4** 对于城区桥墩基础结构拆除宜设置临时防护并进行交通疏导；对于水上桥墩基础结构拆除宜设置围堰；
- 5** 当采用爆破拆除法时，除应符合本规范 4.4 条的规定外，还应符合下列要求：
 - 1)** 桥梁地表以上下部结构宜与上部结构同步爆破拆除；
 - 2)** 桥梁地表以下基础部分，应按基础爆破方法拆除。

6.5.2 梁式桥墩台拆除应符合以下规定：

- 1** 下部结构部件的切割分段、吊点布置应经过验算后确定，确保拆除部件及剩余结构的自身稳定；
- 2** 水上的桥墩或盖梁宜采用分段切割移除方式拆除。当条件允许筑围堰施工时，可采用直接破碎或爆破方式拆除；
- 3** 高度大于 10m 的陆上桥墩（台）或盖梁应采用分段切割移除方式拆除。高度

小于 10m 的陆上桥墩（台）或盖梁，可采用整墩控制倒塌方式拆除；当周围环境条件允许时，也可采用直接破碎或爆破方式拆除；

4 跨度较大的预应力混凝土盖梁，宜采用分段切割移除方式拆除。

条文说明：

高墩宜分段切割后采用吊车进行拆除，墩的纵向水平向切割分段划分要根据吊装能力进行设计，矮墩可直接用破碎机凿除。超过 10m 以上的桥墩，直接破碎危险性较大不可控制，直接采用爆破拆除方式对环境的影响较大，素以不建议采用。

6.5.3 梁式桥基础拆除应符合以下规定：

1 陆上承台或扩大基础宜采用分段切割移除或直接破碎方式拆除；

2 水下基础宜采用分段切割方式拆除。当周边环境条件许可时，也可采用设置围堰按陆上方式进行拆除或采用爆破方式拆除；

3 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；

4 对处于水上的下部结构，基础拆除后残留结构的最终标高应符合规划航道要求或泄洪要求，并应考虑冲刷影响；

5 桩基础应根据规划航道、河道或泄洪等要求确定拆除长度，拆除方式可采用直接切断或部分开挖切断、护筒水力冲洗拔除、套管掏空拔除等；

6 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；

7 基础拆除前，需要开挖基坑时，其施工应满足现行基坑开挖相关标准。基础拆除后，应对基坑进行回填，其施工应符合相关规范的要求；

8 涉及到的潜水、水下作业的桥梁拆除，应符合现行国家、行业标准的相关规定。

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，需要留有一定的余地，确保道路面层平顺、行车舒适。本规范致力于绿色环保拆除方式拆除桥梁，所以对于没有特殊要求情况下的桥梁结构拆除宜有限采用对环境的影响较小的切割方式进行，对桥墩基础的切割拆除使用的机械设备与梁段设备相同。水下基础拆除落入水下的块段应及时打捞，以保证对河床造成最小影响。

7 拱桥拆除

7.1 一般规定

7.1.1 本章节适用于圬工、钢筋混凝土及其他组合体系拱桥的拆除。

7.1.2 拱桥拆除方案应综合考虑拱脚水平推力平衡，主拱圈失稳，桥下交通（通航、通车）与泄洪等因素。

条文说明：

拱桥拆除过程中，因失稳情况产生的安全事故时有发生，需采用切实可行的措施保障拱桥拆除的安全。

7.1.3 拱桥非爆破拆除前应根据拆除方案搭设临时支架、斜拉扣索、吊装装置等临时设施。

7.1.4 跨径大于 100m 的拱桥拆除应进行全过程的监控。

7.1.5 拱桥非爆破拆除应按桥梁纵、横对称分段分层拆除。拆除顺序宜为：桥面结构→拱上建筑→拱圈。

7.1.6 采用爆破方式拆除拱桥时，拆除基本要点为破坏拱轴和解除支撑。

7.1.7 采用缆索吊装法拆除大跨度拱桥时，应避开可能突发的灾害性天气。

7.1.8 拱桥桥面铺装拆除与梁式桥相同。

7.2 圯工拱桥上部结构拆除

7.2.1 圯工拱桥可采用直接凿除、搭支架拆除和爆破拆除，条件允许时应优先采用爆破拆除。

条文说明：

对于单跨拱桥，条件允许时，建议采用直接凿除的方式拆除。

7.2.2 实腹段拱上建筑拆除卸载时应按恒载重量进行竖向分层、横向分条，按照对称均衡卸载的原则拆除拱上建筑。

7.2.3 圯工拱桥拆除宜按照桥面板、拱上结构、主拱圈的顺序依次拆除。

7.2.4 多跨连拱结构拆除时宜先拆除中跨部分，再对称拆除边跨。

7.2.5 采用搭支架拆除圯工拱桥时，其支架应经验算满足强度和稳定性要求。

7.2.6 爆破拆除圯工拱桥时，应在桥墩和拱圈拱脚等部位布设炮孔；为改善桥梁破碎效果，可在拱顶布设炮孔，实施松动爆破。

条文说明：

布孔空位应经过严格论证，采用切实可行的措施保障布设炮孔过程中的安全性。针对性做好预案，处置爆破后未倒塌结构。

7.3 配筋混凝土拱桥上部结构拆除

7.3.1 钢筋混凝土拱桥（双曲拱、肋拱桥）拆除应进行拆除设计，拆除施工应遵循对称卸载原则。

7.3.2 拆除桥面板时，应先拆除面板相互之间的连接，并确定起重和运输方式，拆除时应遵循对称平衡的原则。

7.3.3 拱上结构纵向拆除应从拱脚四分之一跨径向跨中和两侧对称有序拆除，保证拱圈结构均匀卸载，保证主拱结构截面、荷载无突变和较大集中力。拆除拱上建筑前应对桥墩进行保护。

7.3.4 拆除拱肋横向联结系时，应采取临时措施确保分离后的拱肋结构具备单独稳定性；大跨度拱桥应对拱肋设置背索与风缆。

7.3.5 主拱圈或拱肋的破碎或切割分段应结合拱圈施工和吊装设备以确定合适的切断面。多跨连拱各跨的先后拆除顺序应经验算复核确定，拆除时应确保桥跨内、相邻跨间平衡卸载。

条文说明：

连拱效应可通过针对性加固墩柱、增加临时措施等构造减弱或消除。

7.3.6 拱圈拆除使用的支架或支撑应经过验算复核。

7.3.7 爆破拆除钢筋混凝土拱桥时，应符合下列规定：

1 选择拱肋与桥墩连接处、拱肋与跨中连接处等受力节点部位进行爆破；为改善破碎效果，可对墩柱、拱柱等构件实施松动爆破；

2 在确保结构整体稳定性前提下，为保证爆破效果，爆破前宜凿除肋脚处底部及两侧混凝土，并切断钢筋；

3 水平炮孔和垂直深孔应结合拱肋及拱柱尺寸确定。

7.4 钢管混凝土拱桥上部结构拆除

7.4.1 钢管混凝土拱桥拆除应按照施工逆序的原则进行拆除。

7.4.2 钢管混凝土拱圈拆除宜采用施工逆序逐层对称均衡拆除，并应进行专项设计。

7.4.3 跨度大于 100m 的钢管混凝土拱圈拆除宜采用斜拉扣挂索缆吊装逆序拆除，钢管混凝土打开拱圈转换为悬臂曲梁后由拱顶向拱脚逐步对称拆除拱圈。

条文说明：

大跨度拱桥采用斜拉扣挂作为主要临时结构时，需依据新建建设时相关要求针对性设计。

7.4.4 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，结合经济、安全和施工等需要综合分析确定。

7.4.5 钢管混凝土拱桥爆破拆除应符合下列规定：

1 选取拱肋的拱脚为爆破位置，宜对拱肋拱顶、立柱或吊杆和横撑实施加强爆破；

2 采用聚能切割爆破方式破坏钢构件，在不影响桥梁结构安全的前提下，可采用预切割方式解除爆破部位钢管的包裹作用；

3 进行 1:1 模拟试验，保证聚能切割药包的可靠性，并验证防护措施的有效性。

7.5 钢拱桥上部结构拆除

7.5.1 组合体系拱桥拆除应设置支撑或搭设满堂支架等临时固定措施。

7.5.2 对于先拆系杆、后拆拱肋的系杆拱桥，应验算系杆拆除后的水平推力；可采取设置临时系杆的方式，确保拱圈不出现超容许应力。

7.5.3 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强度和稳定验算复核。

条文说明：

可通过针对性加固加劲梁、拱圈或加强加劲梁与拱圈之间的联系等方式，实现吊点或支撑点的选取。

7.5.4 连拱拱圈拆除前，宜在待拆拱与其相邻拱的拱脚下墩身上设置水平预应力索。

7.6 拱桥下部结构拆除

7.6.1 一般规定

1 本章适用于拱桥墩台、拱座及基础结构拆除；

2 桥梁下部结构拆除顺序应按照桥梁建造时的逆序顺序进行；

3 对于部分保留、部分拆除的下部结构，所采用的施工方法应保留部分的结构外观与内部构造完好；

4 桥梁下部结构拆除可以采用机械拆除法、爆破拆除法或则两者结合方式进行；

5 对于城区桥墩基础结构拆除宜设置临时防护并进行交通疏导；对于水上桥墩基础结构拆除宜设置围堰；

6 当采用爆破拆除法时，除应符合本规范 4.4 条的规定外，还应符合下列要求：

- 1) 桥梁地表以上下部结构宜与上部结构同步爆破拆除；
- 2) 桥梁地表以下基础部分，应按基础爆破方法拆除。

条文说明：

拱圈下部结构很多都为圬工类结构，不适合进行原位分解、异位破碎的方式进行拆除。

7.6.2 墩台、拱座拆除

1 下部结构部件的切割分段、吊点布置应经过验算后确定，确保拆除部件及剩余结构的自身稳定；

2 水上的桥墩或盖梁宜采用分段切割移除方式拆除。当条件允许筑围堰施工时，可采用直接破碎或爆破方式拆除；

3 高度大于 10m 的陆上桥墩（台）或盖梁应采用分段切割移除方式拆除。高度小于 10m 的陆上桥墩（台）或盖梁，可采用整墩控制倒塌方式拆除；当周围环境条件允许时，也可采用直接破碎或爆破方式拆除；

4 跨度较大的预应力混凝土盖梁，宜采用分段切割移除方式拆除；

5 拱座宜采用直接破碎或爆破方式拆除。

条文说明：

采用爆破或直接破碎方式进行拆除时，需注意对航道的影响。对不通航及行洪要求低的河道，可以通过破碎整平等方式进行处理。

7.6.3 拱桥基础拆除可采用 6.5 节相关方法。

8 桥梁拆除施工监控

8.1 一般规定

8.1.1 对于整体爆破拆除以外的桥梁，在拆除前应针对拆除方法及工艺制定相应的监测与控制方案，并进行详细的监控计算分析。

8.1.2 结构及拆除系统较复杂的桥梁拆除工程施工还宜实施基于桥梁拆除系统监测的施工监控。

8.1.3 桥梁拆除前，应对桥梁结构空间几何状态、结构损伤状况以及桥梁约束情

况进行复查确认。

8.1.4 桥梁拆除监控方案应经过专家评审，监测设备应经过检定和校准。

条文说明：

由于旧桥结构受力复杂，拆除前的结构受力状态识别难度大，致使结构拆除过程的结构受力状态模拟分析准确性受到影响，因此，仅依据理论分析结果进行拆除风险太大，对于大桥以及特大桥尤其需要采取有效的监测手段对拆除过程中的结构受力、变形情况进行监测，以便对拆除过程中的安全进行有效控制。

桥梁空间几何状态主要是指桥梁立面线形、轴线位置等；桥梁结构损伤主要指混凝土结构裂缝、墩柱偏位，结构裂缝、变形等；桥梁约束指桥梁主要支撑及支座状态。

8.2 桥梁拆除监控计算

8.2.1 桥梁拆除施工监控计算应包括下列内容：

- 1 拆除前针对拆除方案及工艺进行结构模拟分析计算；
- 2 拆除过程中对考虑监测结果的桥梁进行结构分析计算；
- 3 桥梁拆除所用临时设施、机具安全性分析验算。

8.2.2 桥梁拆除结构控制计算荷载取值及组合应符合现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 及《建筑结构荷载规范》GB50009 规定，且应包括下列荷载：

- 1 结构自重；
- 2 作用于结构上的临时结构自重；
- 3 施工机具及施工人群荷载；
- 4 冲击荷载及加速度荷载；
- 5 风荷载及雪荷载。

8.3 桥梁拆除施工监测

8.3.1 桥梁拆除前应对下列参数进行监测：

- 1 桥梁空间几何状态；
- 2 桥梁结构损伤状况；
- 3 桥梁约束情况。

8.3.2 梁式桥拆除应监测的参数如下：

- 1 未拆主梁标高；
- 2 未拆主梁应力；
- 3 主梁拆除过程中的支座反力；
- 4 施工支架的沉降及变形。

8.3.3 拱桥应监测的参数如下：

- 1 主拱拆除过程中，未拆结构标高；
- 2 拱座标高、水平位移；
- 3 未拆结构应力；
- 4 中承式和下承式拱桥吊杆拆除中余下吊杆索力。

8.3.4 当温度、风等环境参数对桥梁拆除过程的结构几何状态或内力状态有明显影响时，应对环境参数进行监测。

8.3.5 桥梁墩柱应力监测截面宜选择墩底附近的应力较大截面，一个截面的测点不应少于 4 个。

8.3.6 主梁应力监测截面及测点布置应符合以下规定：

1 箱型梁式桥截面主梁应力监测点布置在主梁根部、 $L/4$ 、跨中以及其他控制截面上的上下缘位置，每个测试断面测点不宜少于 4 个，如图 8.3-1 所示；

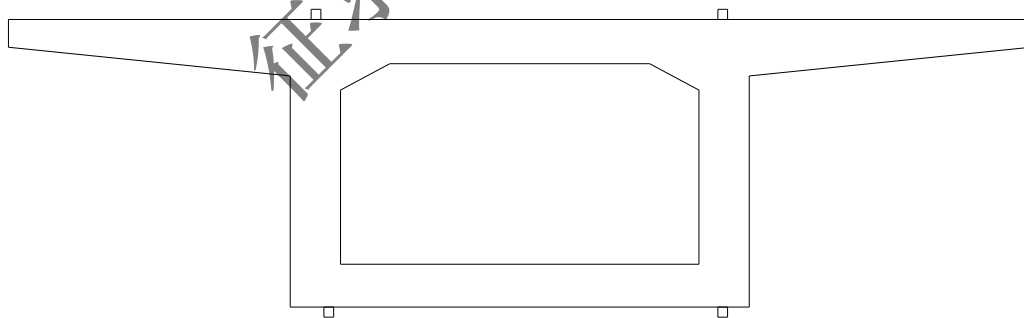


图 8.3-1 主梁应力测点布置示意图

2 拱桥主梁和主拱圈应力监测截面宜布置在拱脚、 $L/4$ 和跨中，测点应布置在截面的上下缘位置，每个截面不宜少于 4 个测点。

8.3.7 轴线及标高监测频度应符合以下规定：

- 1 墩柱轴线监测应在主梁拆除前后各进行 1 次；
- 2 主梁和主拱标高监测应在主梁每阶段拆除前后各进行 1 次。

8.3.8 应力监测频度应符合以下规定：

- 1 梁式桥主梁节段拆除前后各进行 1 次；

2 拱桥主梁节段拆除前后，拱上建筑拆除前后各进行 1 次；

3 桥面铺装及附属设施拆除后进行 1 次。

条文说明：

主梁应力监测截面布置，一般为主梁拆除过程中的控制性截面，主要为墩顶附近截面，拆除切割后余下梁段截面。主梁应力监测测点布置，主要根据截面形式和截面宽度确定，本条仅以常见的梁式桥单箱单室混凝土箱梁、斜拉桥和悬索桥钢箱梁为例给出。对于多箱式的混凝土主梁截面其他异性截面，应以能满足控制主梁截面总体应力为目的设置。

8.4 桥梁拆除施工反馈控制

8.4.1 桥梁拆除施工应根据监测数据进行反馈控制，并可按照如图 8.4-1 所示流程实施。

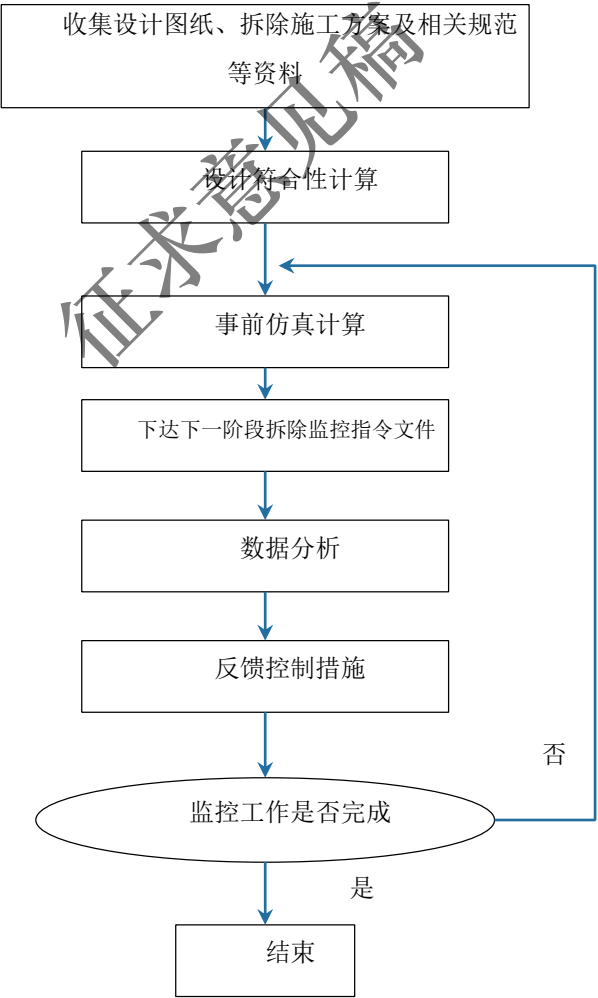


图 8.4-1 桥梁拆除施工监控工作流程图

8.4.2 桥梁拆除施工反馈控制工作应包括：

1) 针对理论分析与监测结果, 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, 并制定相应对策并出现阶段拆除施工指令。

8.4.3 桥梁拆除施工过程中, 结构应力和几何状态的监测值与计算值之间的误差限值宜符合表 8-1 规定, 当拆除施工过程中结构内力和几何状态的监测值超过表 8-1 规定时, 可通过调整拆除工序或采取其他有效措施予以改善。

表 8-1 结构应力和几何状态误差限值

项目			误差限值
结构应力	混凝土结构	计算值不大于 10MPa	±40%
		计算值大于 10MPa	±15%
	钢结构	计算值不大于 60MPa	±25%
		计算值大于 60MPa	±15%
结构标高、 结构偏位	梁式桥	主梁标高	25mm
		墩柱倾斜	墩高的 1/4000, 且不大于 40mm
	拱式桥	主拱圈标高	25mm
		桥墩偏位	在结构分析允许范围内

8.4.4 桥梁拆除施工过程中任何工况下结构的弹性稳定系数应不小于 4.0, 抗倾覆稳定系数不应小于 1.3。

8.4.5 桥梁拆除施工过程中任何工况下结构的弹性稳定系数应不小于 4.0, 抗倾覆稳定系数不应小于 1.3。

条文说明:

(1) 桥梁拆除过程中的结构是指在部分结构拆除后剩余的结构, 随着拆除推进不断变化。(2) 由于被拆除的桥梁结构存在诸多不定因素, 结构理论分析存在误差难以避免, 表 7.4.2 中所列桥梁拆除施工过程中的结构受力和几何状态改变误差限值主要参考《公路桥梁施工监控技术规范》(报批稿) 相关规定, 并将其限值放宽约 30% (按照临时结构考虑)。

9 桥梁拆除环境保护

9.0.1 在桥梁拆除方案制定时，应选择节能环保的桥梁拆除方法，以最大限度降低能耗。

9.0.2 桥梁拆除中的扬尘处理应符合下列规定：

- 1 桥梁拆除作业时，应采用遮盖、封闭、高压喷射水雾或洒水等防扬尘措施。风力大于 5 级时，应停止室外拆除或清除作业；
- 2 临时堆放的混凝土拆除废弃物应采取遮盖、洒水、围挡、纱网覆盖等措施；
- 3 施工垃圾应采用容器或搭设专用封闭式垃圾道的方式清运，严禁凌空抛掷；
- 4 施工现场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 实施爆破拆除时，应详细制定扬尘控制方案，明确扬尘控制措施，并报公安、消防和相关主管部门批准。未经批准的，不得实施爆破拆除施工。

9.0.3 桥梁拆除中的噪声污染控制处理应符合下列规定：

- 1 未经审批或备案的夜间作业，严禁施工。获准夜间施工时，严禁进行捶打、敲击和锯割等易产生高噪声的作业，对确需使用易产生噪声的机具，应采取有效降噪措施；
- 2 桥梁拆除过程中，宜选用低噪声、低振动的设备，强噪声设备宜设置在远离居民区的一侧，并应采用隔声、吸声材料搭设防护棚或隔声屏障；
- 3 拆除实施时，应使用机械吊运或人工传运方式，严禁高空抛掷和重摔重放；
- 4 当爆破作业产生的高强声波对周边环境造成污染时，编制的施工方案应考虑防护措施。

9.0.4 桥梁拆除施工用水影响交通或对周边环境造成较大影响时，应采取排水收集措施，桥梁拆除中的废水处理应符合下列规定：

- 1 拆除实施时，应采取措施对施工用水进行收集、处置，施工污水应经沉淀处理达到排放标准后方可按要求排入；
- 2 雨水管网与污水管网应分开使用，严禁将非雨水类的其它水体排进城市雨水管网。

9.0.5 桥梁拆除中的建筑垃圾处理应符合下列规定：

- 1 建筑垃圾应集中、分类堆放，并应委托有资质的运输单位及时清运，严禁乱装乱倒；

2 对有毒、有害类垃圾，应统一委托当地废弃物管理部门批准的有害废弃物清运、消纳单位进行处理。

条文说明：

为贯彻落实国家《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，遵循对固体废物实行减量化、资源化、无害化的防治原则，防止施工现场废弃物对环境造成污染。施工现场主要有切割产生的混凝土碎块、微粉以及废金属料等。施工现场要做好固体废弃物的分类、收集、处置管理工作。

将废弃混凝土块经破碎、清洗、分级后，按一定的比例混合形成再生骨料，部分和全部替代天然骨料配制成新的混凝土作为再生混凝土。目前的处理方法主要有：废旧建筑混凝土作粗骨料拌制再生混凝土，废旧建筑混凝土作细骨料拌制再生混凝土，废旧建筑混凝土作粗骨料应用于喷射混凝土，再生骨料及再生混凝土的改性，废旧建筑混凝土在公路工程中的应用，高强度废旧混凝土粗骨料拌制高强度再生混凝土，用废旧建筑混凝土骨料和粉煤灰生产无普通水泥的混凝土。

废旧混凝土微粉除用作细骨料拌制再生混凝土外，主要用于生产硅酸钙砌块和用作生活垃圾填埋厂的日覆盖材料，而钢筋通过铁钳子收集用作非金属回收利用。

9.0.6 桥梁拆除应对周边绿化采取相应的保护或改移措施，不得随意砍伐；桥梁拆除后应根据设计要求进行现场与绿化恢复。

附录 A 桥梁拆除主要方法

A.0.1 表 A.1 和表 A.2 分别给出了按分解方式分类和按支撑方式分类的桥梁拆除方法，以及各方法的适用条件。

表 A.1 按分解方式分类表

分类方法	一级分类	二级分类	适用条件
按分解方式	人工拆除法	大锤破碎法	小规模桥梁圬工结构或人工拼装构件或附属设施或钢结构分解或结构辅助破碎
		钢钎凿除法	
		风镐凿除法	
		电镐凿除法	
		钻机取芯法	
		火焰切割法	
	机械拆除法	水射流破碎法	不宜爆破拆除，但能满足机械作业条件的桥梁
		液压锤碎法	
		静力切割法	
		液压钳碎法	
		劈裂分解法	
		夯击破碎法	
		整体拆除法	
	爆破拆除法	炸药爆破法	经评估能满足结构、交通、作业和环境的安全的桥梁
		静态爆破法	

注：

1. 整体拆除法主要是利用基于大型措施或结构的整跨或整联移运、异位分解的拆除方法。该方法可将上部结构单独或上下部结构一起从原桥位移运至分解场地，实现原位桥梁拆除的目的。常应用于桥梁周边具有良好的输运路径的情况。

表 A.2 按支撑方式分类表

分类方法	一级分类	二级分类	适用条件
按支撑方式分类	有支架拆除法	地面满堂支撑拆除法	桥下净空较低，地基状况适应的桥梁
		地面少支撑拆除法	结构状况良好，地基承载力适应的桥梁
		地面移动支撑拆除法	结构状况良好，陆运条件适应的桥梁
		水面浮动支撑拆除法	结构状况良好，水运条件适应的桥梁
		桥上吊拉拆除法	拱桥及中小跨径的结构稳定的桥梁
	无支架拆除法	-	桥下净空较低，经评估能满足结构、交通、作业和环境的安全的桥梁

注：

1. 常用的支架结构有钢管支架、型钢支架、贝雷支架、盘扣式支架、腕扣式支架、万能杆件等，表中所述支撑均为现场临时支架。支架结构要根据桥梁拆除方式进行设计，其承载力、刚度、稳定性验算，应满足《钢结构设计规范》要求。

2. 有支架拆除法为在桥下、桥侧、桥面搭设支架或吊架的拆除方法；无支架拆除法为不架设桥下、或桥侧、或桥面支架进行支撑或吊装，而采用爆破、或凿除、或吊装的直接拆除方法。

3. 少支架拆除法中落地支架拆除法主要代表方法有顶推拆法、拖拉拆法、移动支架法、整跨下放法、分段切割法等，少支架拆除法中非落地支架拆除法主要代表方法桥面吊机法、架桥机法、桥面贝雷支撑法等。

图 A.1、图 A.2 和图 A.3 分别给出了桥面吊机分段拆除方法、基于桥面支撑的整跨下放拆除方法和基于地面支撑的整跨下放拆除方法的里面示意图。

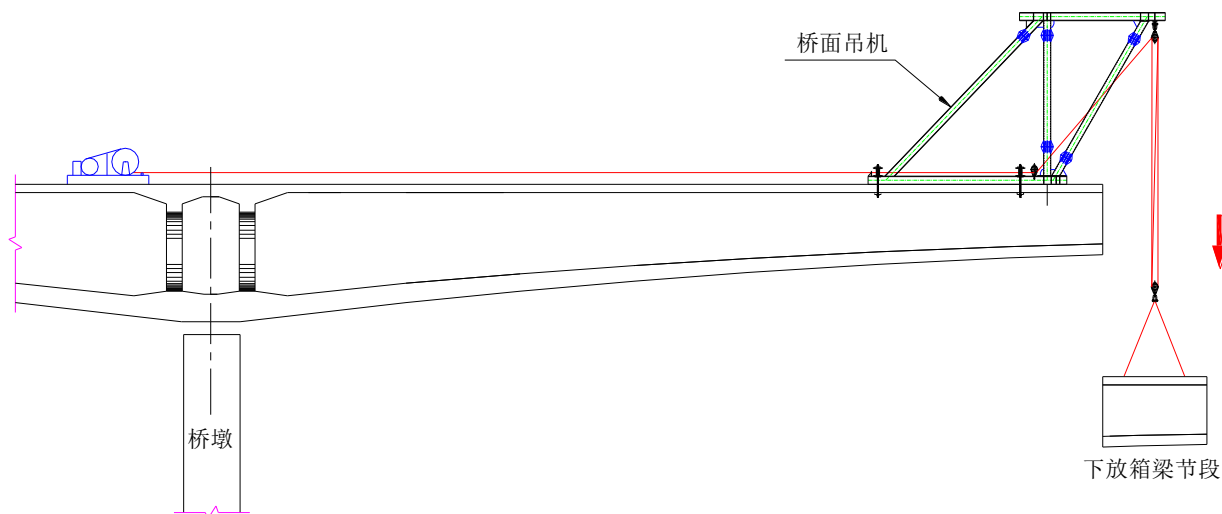
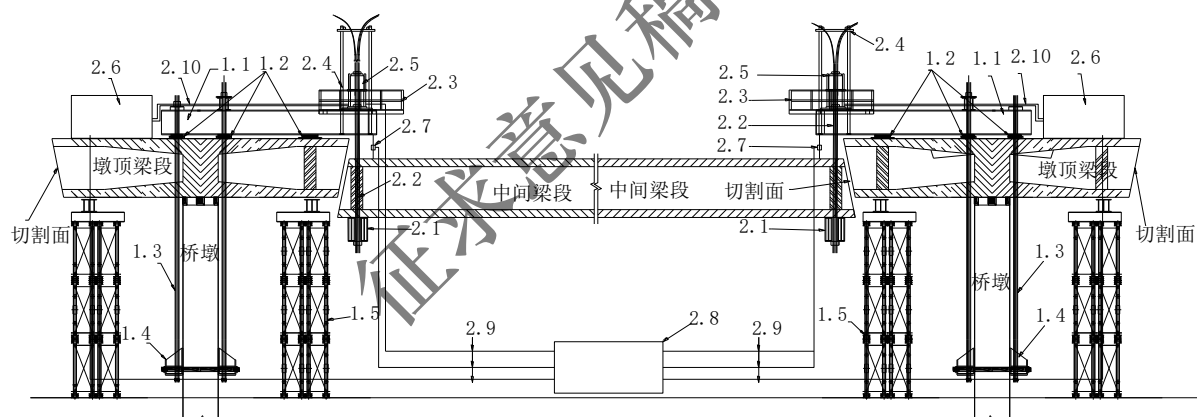
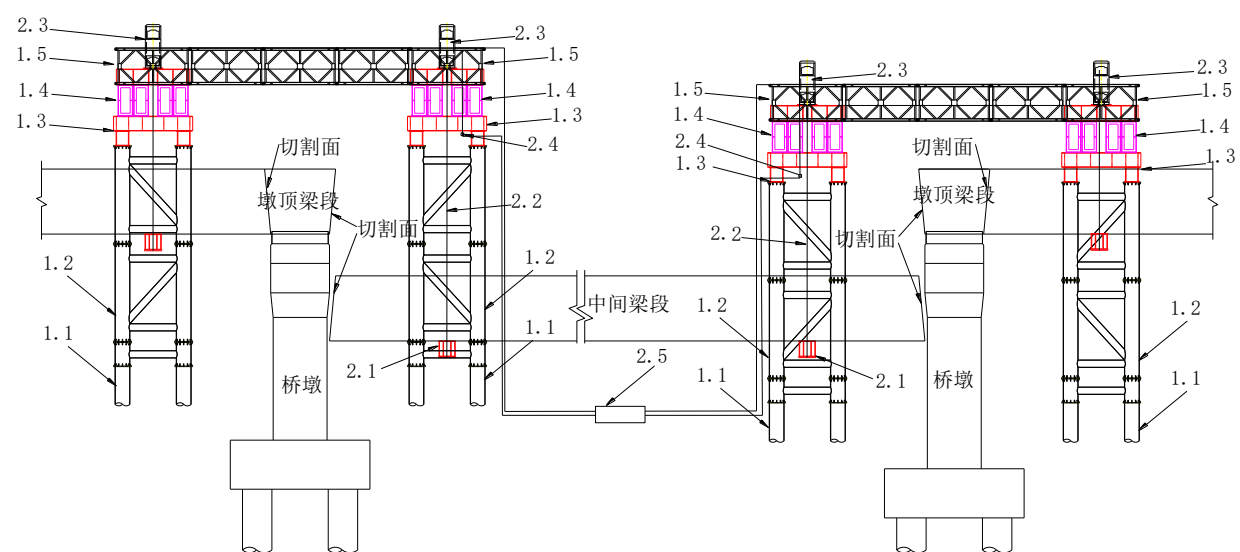


图 A.1 桥面吊机分段拆除方法立面示意图



注：1 为桥面支撑系统，包括：1.1—主挑梁；1.2—桥面找平支垫；1.3—钢绞线后平衡锚索体系；1.4—锚固牛腿；1.5—梁底稳定支架；2 为下放系统，包括：2.1—扁担梁；2.2—钢绞线前下放锚索体系；2.3—前端操作平台；2.4—钢绞线束梳理支架；2.5—连续提升油缸；2.6—高性能液压泵站；2.7—位移传感器；2.8—计算机控制中心；2.9 数据线；2.10 高压油管。

图 A.2 基于桥面支撑的整跨下放拆除方法立面示意图



其中，1 为地面支撑系统，包括：1.1—钢管桩基础；1.2—标准格构钢管支撑；1.3—分配梁；1.4—横向主梁；1.5—纵向连接梁；2 为下放系统，包括：2.1—扁担梁；2.2—钢绞线下放锚索体系；2.3—连续提升油缸；2.4—位移传感器；2.5—计算机控制中心。

图 A.3 基于地面支撑的整跨下放拆除方法立面示意图

表 A.3 按吊运方式分类表

分类方法	一级分类	二级分类	适用条件
吊运方式	桥面吊运拆除法	桥上起重机吊运拆除法	适用于结构安全状况良好，桥下净空较大或施工空间较小，桥面能设置吊运系统或装备的桥梁
		桥上卷扬机下放拆除法	
		桥上千斤顶下放拆除法	
		桥上架桥机吊运拆除法	
		桥上缆索吊吊运拆除法	
		桥上专用机吊运拆除法	
		桥上起重机吊运拆除法	
	地面吊运拆除法	桥下起重机吊运拆除法	适用于结构安全状况良好，桥下净空较小或施工空间较大，可在桥下或桥侧设置吊运系统或装备的桥梁
		浮吊吊运拆除法	
		顶推拆除法	
		浮体渡运拆除法	
		SPMT 快速移除法	
		桥下专用机吊运拆除法	

附录 B 桥面铺装及附属结构拆除

B.0.1 本规范中的桥面铺装及附属结构主要包括桥面铺装、护栏、人行道、伸缩缝。

B.0.2 桥面铺装及附属结构拆除可与主体结构一起拆除或单独拆除。

B.0.2 沥青混凝土桥面铺装可采用铲车或挖斗直接刨除。混凝土整体化层可采用人工拆除或机械拆除的方式进行。

B.0.3 钢筋混凝土桥面铺装可采用人工拆除或机械拆除的方式进行。

B.0.4 单独拆除的人行道、路缘石及护栏根据材质不同可选用相应的拆除方法。钢结构部分宜选用切割或机械拆除方式，分割吊运。混凝土结构部分宜选用切割分块吊运方式拆除。

B.0.5 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。

B.0.6 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。

附录 C 混凝土待拆构件强度计算

C.0.1 对混凝土强度应采用无损、半破损或钻、截取试样、回弹法、超声回弹综合法、取芯等方法检测。其中，采用回弹法或超声回弹法检测超过 1000d 的桥梁，应综合评判数据的可靠度。对已使用多年的混凝土桥梁结构，宜采用回弹—取芯综合法检测其混凝土强度

C.0.2 对混凝土桥梁结构，应根据每一承重构件或其主要受力部位的实测强度推定值和测区平均换算强度值，按下式计算其推定强度匀质系数和平均强度匀质系数，并可按表 C.1 对其强度状态做出评定

(1) 推定强度匀质系数

$$K_{bt} = \frac{R_{it}}{R}$$

式中： R_{it} ——混凝土实测强度

R —— 承重构件混凝土极限抗压强度设计值。

(2) 平均强度匀质系数

$$K_{bm} = \frac{R_{im}}{R}$$

式中： R_{im} ——承重构件或其主要受力部位测区平均换算强度值。

承重构件实测强度状况评定标准 表 C.1

K_{bt}	K_{bm}	强度状况	评定标度
≥ 0.95	≥ 1.00	良好	1
(0.95,0.90]	(1.00,0.95]	较好	2
(0.90,0.80]	(0.95,0.90]	较差	3
(0.80,0.70]	(0.80,0.85]	差	4
< 0.70	< 0.85	危险	5

C.0.3 相关评定计算参见《公路桥梁承载能力评定规程》JTG/T J21。

C.0.4 公式 C.1 给出了针对 2004 年之前旧规范混凝土等级标号换算成现行国家规范混凝土强度等级的计算公示，表 C.2 给出了混凝土变异系数取值，公式 C.2~C.11 给出了混凝土老桥待拆构件强度设计值强度计算参考公示。

$$f_{cu,k} = \frac{1 - 1.645\delta_f}{0.95(1 - \delta_f)} R^b \quad \text{C.1}$$

式中：

$f_{cu,k}$ ——按现行国家规范所确定的待拆桥梁混凝土强度等级；

R^b ——原规范的混凝土标号；

δ_f ——混凝土变异系数，见表 C.1。

表 C.2 混凝土变异系数取值表

$f_{cu,k}$	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
δ_f	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{fc}}$$

C.2

$$f_{ck}^t = \mu_{fc}(t) - 1.645\sigma_{fc}(t)$$

C.3

$$\mu_{fc}(t) = 0.88\alpha\mu_c(t)$$

C.4

$$\sigma_{fc}(t) = \delta_f\mu_{fc}(t)$$

C.5

$$\mu_c(t) = \eta(t)\mu_{c0}$$

C.6

$$\sigma_c(t) = \zeta(t)\sigma_{c0}$$

C.7

$$\eta(t) = 1.4529e^{-0.0246(\ln t - 1.7154)^2}$$

C.8

$$\zeta(t) = 0.0305t + 1.2368$$

C.9

$$\mu_{c0} = \frac{f_{cu,k}}{1 - 1.645\delta_f}$$

C.10

$$\sigma_{c0} = \delta_f\mu_{c0}$$

C.11

式中：

f_{cd} 、 f_{ck} ——待拆桥梁混凝土的轴心抗压强度设计值和轴心抗压强度标准值
(MPa)；

γ_{fc} ——混凝土材料分项系数，取为 1.45；

μ_{fc} 、 σ_{fc} ——待拆桥梁混凝土的棱柱体抗压强度的平均值 (MPa) 和标准差
(MPa)；

α ——棱柱体强度与立方体强度的比值；

$\eta(t)$ 、 $\zeta(t)$ ——随时间变化的函数；

$\mu_c(t)$ 、 $\sigma_c(t)$ ——待拆桥梁混凝土的立方体抗压强度的平均值 (MPa) 和标准
差 (MPa)；

μ_{c0} 、 σ_{c0} ——桥梁所采用混凝土的 28d 龄期、边长 150mm 标准立方体试件抗
压强度的平均值 (MPa) 和标准差；

$f_{cu,k}$ ——混凝土边长 150mm 标准立方体试件抗压强度标准值 (MPa)，即混
凝土强度等级；

δ_f ——混凝土的变异系数，按照表 C.2 取值。

附录 D 爆破拆除分级与参数计算

D.0.1 表 D.1 给出了桥梁爆破拆除工程分级表。

表 D.1 爆破拆除工程分级表

爆破 拆除	分级计量标准	单位	级别			
	一次爆破药量 Q	t	A	B	C	D
			Q≥0.5	0.2≤Q<0.5	0.05≤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 范围内有相邻建筑物或需重点保护的地表、地下管线；
- 2 处于闹市区、风景名胜区的桥梁拆除工程。

D.0.2 公式 D.1 给出了爆破地震安全允许距离计算公示。

$$R = \sqrt[\alpha]{\frac{k}{V}} \times \sqrt[3]{Q}$$

D.1

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，延期爆破为最大单段药量，kg；

V——保护对象所在地安全允许质点速度，cm/s；

k、α ——与爆破点至保护对象间地面条件有关的系数和衰减指数。

表 D.2 爆区不同岩性的 k、α 取值表

岩性等级	k	α
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

D.0.3 公式 D.2 和公式 D.3 给出了墩柱失稳的临界荷载计算公式；公式 D.4 给出了单孔药量计算公式，表 D.3 给出了不同材质的炸药单耗。

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{\left(1 + \frac{a}{\Delta a}\right) (\mu l)^2}$$

D.2

$$\Delta a = \frac{[\sigma] d^3 (\mu H)^2}{32 \pi EI}$$

D.3

式中：

P_{cr} ——临界荷载；

EI ——钢筋的抗弯刚度；

a ——压杆初挠度（与墩柱形状、混凝土强度、配筋率和炸药单耗等因素有关，应根据试爆结果确定）；

Δa ——为压杆失稳时挠度增量；

d ——立柱钢筋直径；

$[\sigma]$ ——钢筋屈服强度；

l ——立柱破坏高度；

μ ——杆端系数，可分别取 0.5、2、1。

$$q = kV$$

D.4

式中：

q ——单孔药量，g；

k ——炸药单耗，g/m³；

V ——单个炮孔所负担的体积，m³。

表 D.3 炸药单耗表

材质	炸药单耗 k (g/m ³)
素混凝土	1000~1500
钢筋混凝土	1500~2000
砌石	800~1000

注：具体炸药单位消耗须根据试爆结果确定。

D.0.4 公式 D.5、D.6、D.7 和 D.8 分别给出了药包间距、药包偏心距、药包入水深度和药量计算公式。

$$a \leq (1.3 \sim 1.4) R \quad D. 5$$

式中:

a ——药包间距;

R ——药包中心至梁内壁的最短距离。

$$x = \frac{R\delta_1^{1.143} - \delta_2^{1.143}}{\delta_1^{1.143} + \delta_2^{1.143}} \approx \frac{R\delta_1 - \delta_2}{\delta_1 + \delta_2} \quad D. 6$$

式中:

x ——偏心距;

R ——梁体中心线至侧壁的距离;

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

$$h = (0.6 \sim 0.7) H_s \quad D. 7$$

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。

$$Q = K_1 (K_2 \hat{\delta})^{1.6} \hat{R}^{1.4} \quad D. 8$$

式中:

Q ——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、强度、破碎程度、碎块飞掷距离等有关的系数, 混凝土结构视要求破碎程度取 $K_1=1\sim3$; 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, $K_1=2\sim3$; 混凝土破碎, 部分脱离钢筋, 碎块飞掷 20m 以内, $K_1=4\sim5$; 混凝土炸飞, 主筋炸断, 碎块飞掷距离 20m~40m, $K_1=6\sim12$ 。

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。

D.0.5 表 D.4 给出了桥梁爆破拆除时，桥体塌落范围内及影响区域的地下管线的振动安全允许值取值表。

表 D.4 振动安全允许值取值表

保护对象类比	安全允许质点振动速度 V (Bm/s)		
	$f \leq 10\text{Hz}$	$10\text{Hz} \leq f \leq 50\text{Hz}$	$f > 50\text{Hz}$
输水、气、热干管	3~5	4~7	5~9
排水管	6~9	7~9	9
电力线缆、通信光缆	9	9	9

征求意见稿