

《水下爆破工程施工组织设计规范》(T/CSEB 0014-2020)

解读文件

中国爆破行业协会标准化技术委员会

2021年8月3日

为规范水下爆破工程施工组织设计、促进爆破技术进步、提升爆破本质安全水平、推动爆破行业健康可持续发展，中国爆破行业协会已于2020年12月25日发布，并于2021年3月25日正式实施了《水下爆破工程施工组织设计规范》(T/CSEB 0014-2020)。为便于广大设计、施工、科研、教学等单位有关人员在使用本标准时能够正确理解和规范执行有关条文规定，进一步促进本标准在行业内全面推广应用，特按章、节、条顺序编制了本标准的解读文件，以供参考。

一、编制目的与意义

本标准以水下爆破工程为对象，对施工组织的编制加以规范，从施工组织上降低爆破作业风险，提高爆破本质安全和社会公共安全，促进爆破技术进步与科学发展。本标准对施工组织设计的主要内容提出要求，并对具体内容的编制及编排给予指导。

编制目的和意义：

- (1) 实现与相关法律和法规的统一；
- (2) 实现与国家、行业和团体相关标准的紧密衔接；
- (3) 提出了水下爆破工程施工组织设计编制的内容、要求和程序，规范水下爆破工程施工组织设计，促进行业健康可持续发展。

二、编制依据与原则

1.编制依据

(1) 现行国家和行业的相关法律和法规。

(2) 《爆破安全规程》（GB 6722-2014）和《爆破术语》（T/CSEB 0007-2019）等现行相关标准与文献。

2.编制原则

本标准的制定遵循“先进性、可靠性、安全性和适用性”的原则，并按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

(1) 先进性原则。爆破施工是安全、顺利地实施爆破工程并取得理想的效果的关键。爆破施工应根据施工组织设计确定的施工方法、施工顺序和施工进度进行。技术先进性是指技术应用方案一般要比企业现有的技术先进，力争有较强的行业竞争力。

(2) 可靠性原则。选取的技术方案必须是成熟的、稳定的、有可借鉴的企业或项目。

(3) 安全性原则。技术方案必须考虑是否会对操作人员造成人身伤害，有无保护措施，是否会影响周围环境，应使选择的方案有利于环境保护和提高安全性。

(4) 适用性原则。选取的方案必须考虑对当地资源的适用性（包括原材料、人力资源、环境资源），充分发挥企业和方案所在地的资源优势，适应方案特定的资源、经济、社会等方面的条件，有利于发挥企业原有的技术装备和技术力量。

三、标准内容与解释

为了便于了解与掌握编制情况，本标准按内容分为设计依据、原则与内容，施工方案，施工准备，施工组织，施工管理，环境保护与文明施工，事故预防和附录等内容。

在前言部分介绍了标准的起草规则、提出单位、归口部门、起草单位和主要起草人等。

本标准按照 GB/T 1.1-2020给出的规则起草，在编制过程中多次公开征求意见，经过反复讨论、修改和完善，最终发布了现行版本。

四、标准条文说明

3. 术语和定义

GB 6722、T/CSEB 0007界定的术语和定义适用于本标准。根据标准使用需要，本标准列出了9条术语和定义。

3.7

钻爆船 drilling and blasting ship

用于水下钻爆作业的工程船。

水下钻孔爆破通常采用支腿升降式或漂浮式工程船，布孔、钻孔、验孔、药包加工、装药、填塞、网路连接和爆后检查等工序都在这种工程船上进行，故将这种船舶统称为钻爆船。

3.9

爆破有害效应监测 blast monitoring

使用专用监测仪器、设备对爆破有害效应进行的量化测试。

水下爆破时可能产生的有害效应包括爆破引起的振动、个别飞散物、水中冲击波、动水压力、涌浪等。水下爆破实施前，爆破区域附近有建（构）筑物、养殖区、野生水生物需保护时，应针对爆破飞石、水中冲击波（动水压力）、爆破振动和涌浪等水下爆破有害效应制定有效的安全保护措施。而使用专用监测仪器、设备对爆破有害效应进行的量化测试，可以掌握周边环境在爆破作用下的受影响状况，有助于及时调整爆

破参数，确保周边环境的安全。爆破测振仪可以对爆破引起振动进行监测，水听器可以对水中声压峰值进行监测。

5. 施工方案

5.1.2 工程要求应包括爆破安全、质量、进度和环保等内容。

施工方案是依据技术设计、并根据工程特点和周围环境而制定的切合实际的施工方法，主要是指安全、质量、进度、环境保护和文明施工等的工程管理目标。

5.3.2 施工顺序可分为顺序施工、平行施工。施工机械足够且周围环境允许，施工段之间宜采用平行施工。

顺序施工又称依次施工，其组织方式是将拟建工程项目的整个建造过程分解成若干施工过程，按照一定的施工顺序，前一个施工过程完成后，后一个施工过程才开始施工。平行施工是在拟建工程任务十分紧迫、工作面允许且资源保证供应的条件下，组织几个相同的工作队，在同一时间、不同空间上平行进行施工。显然，从工期进度来看，平行施工能够缩短工期。

6. 施工准备

6.2.5 爆破器材的配置应根据工程规模和特点，按照爆破设计的品种、数量选取，并通过现场检测确定，同时编制爆破器材消耗量表，格式参照附录B表B.3。

水下爆破工程应选用具有防水性能或经过防水处理的爆破器材，炸药宜采用乳化炸药或其他防水性能较好的炸药。

用于深水区的爆破器材，应具有足够的抗压性能或采取有效的抗压措施，使用前应进行同等施工条件下的抗水和抗压试验，提高水下爆破的可靠性。

6.3.3 按照GB 6722的有关规定，进行水下爆破工程前，应征得有关部门许可，并由海事部门发布航行通告。

(1) 从事《水上水下活动通航安全管理规定》适用范围1~9项（包括爆破）的水上水下活动的建设单位、主办单位或对工程总负责的

施工作业者，应当按照《中华人民共和国海事行政许可条件规定》明确的相应条件向活动地的海事管理机构提出申请并报送相应的材料。在取得海事管理机构颁发的《中华人民共和国水上水下活动许可证》（以下简称许可证）后方可进行相应的水上水下活动。

（2）通航水域岸线安全使用和水上水下活动许可需提交材料目录：

- 1) 《水上水下活动通航安全审核申请书》；
- 2) 有关主管部门对该项目的批准文件及其复印件（需办理批准手续的项目）；
- 3) 与通航安全有关的技术资料及施工作业图纸；
- 4) 施工方案（必要时须经过专家评审），已建立安全及防污染责任制、保障措施和应急预案的证明材料；
- 5) 与施工作业有关的合同或协议书及其复印件（必要时）；
- 6) 施工作业单位的资质认证文书及其复印件；
- 7) 施工作业船舶的船舶证书和船员适任证书及其复印件（如施工船舶不在本辖区可不提供原件）；
- 8) 已通过评审的通航安全影响论证报告或评估报告（必要时）；
- 9) 航行通（警）告发布申请（必要时）；
- 10) 专项维护申请（必要时）；
- 11) 委托证明及委托人和被委托人身份证明及其复印件（委托时）；
- 12) 《通航水域岸线安全使用申请书》。

（3）应当在活动开始之日的7d前向该项活动所涉及的海区的区域主管机关递交发布海上航行警告、航行通告的书面申请。有特殊情况，经区域主管机关认定，需要立即发布海上航行警告、航行通告的除外。

(4) 海上航行警告和航行通告书面申请应当包括下列内容：

- 1) 活动起止日期和每日活动时间；
- 2) 活动内容和活动方式；
- 3) 参加活动的船舶、设施和单位的名称；
- 4) 活动区域；
- 5) 安全措施。

(5) 海上航行通告由国家主管机关或区域主管机关以书面形式或通过报纸、广播、电视等新闻媒介发布。中华人民共和国海事局网站（网址<https://www.msa.gov.cn/>）是统一发布航行通告的官方网站。各级海事管理机构在以文件发布航行通告的同时，将航行通告通过中国海事局网站向社会发布。

7. 施工组织

7.2.2 施工进度图宜采用横道图或网络图表示，规模较大、技术复杂的工程宜采用网络图表示。

横道图是一种最简单、运用最广泛的传统的进度计划方法，用于小型项目或大型项目的子项目上。横道图计划表中的进度线（横道）与时间坐标相对应，这种表达方式较直观，易看懂计划编制的意图。网络图是由箭线和节点组成，用来表示工作流程的有向、有序网状图形。网络图有双代号网络图和单代号网络图两种。

7.3.1 应根据水深、流速、浪高及风速等因素，选择支腿升降式水上钻爆船或漂浮式钻爆船。

7.3.2 支腿升降式水上钻爆船可适用于30m水深以内，流速小于3.0m/s，浪高小于2.0m的水域；漂浮式钻爆船可适用于50m水深以内，流速小于3.0m/s，浪高小于1.0m的水域。

漂浮式钻爆船在目前水下钻孔爆破中使用最多，运用最广，形式也多种多样，具有作业方便、移船位快等特点。一般适用于50m水深以内，流速小于3.0m/s，浪高小于1.0m的水域。通常在作业区域水流小、风浪

小的良好作业条件时，采用漂浮式钻爆船。漂浮式钻爆船按动力可分为自航和非自航两类，常使用的为自航动力。

支腿升降式钻爆船是一种可将船体升离水面的作业船舶，平台升离水面后，工作时可不受海浪、潮流和潮差的影响。与漂浮式钻爆船相比，钻孔定位快，精度高，节省定位时间。但由于其需要4根支腿支撑船体离开水面，因此在移动位置时耗费时间较多，此外在升降船体时也要选择在合适的风浪及水流条件下进行，否则可能会对支腿产生损害，一般适用于30m水深以内，流速小于3.0m/s，浪高小于2.0m的水域。在恶劣工况条件下，采用支腿升降式钻爆船更为稳定。

7.3.3 钻爆船应采用锚缆定位或桩定位，并根据现场情况实时校核。

漂浮式钻爆船按驻位形式可分为有定位桩和无定位桩两类，目前以无定位桩居多，无定位桩的钻爆船采用六缆作业法进行移船及驻位；有定位桩的船主要使用在水流较急、风浪较大或交通繁忙、水域狭窄的地区，移船仍靠锚缆来实现，定位桩起到驻位的作用。

7.3.6 水下钻孔爆破应通过水上作业平台或钻爆船配以套管穿过水层对岩石进行钻孔。水下钻孔工序包括钻机定位、下套管、钻孔。

通过水上作业平台或钻爆船由水面向水下钻孔主要有单套管作业法和双套管作业法。

钻孔定位：根据地形图和施工要求、条件确定开始钻孔的位置，用测量控制点确定开始钻孔的实际位置，平台大致移到该位置后，利用经纬仪或全站仪进行控制微调，在平台的四角安装四只手动卷扬，抛“八”字锚固定平台，通过手动卷扬来实现平台的小范围调整。平台移位后，根据预先确定的孔网参数，划定钻孔的位置，根据实测水深，计算出钻孔深度。钻孔深度=河道设计深度+超深-该孔位水深。

下套管：因为水下清淤时，淤泥不能全部清理干净，另外还有石渣等杂物，必须下套管。套管作用：一是隔离覆盖层与石渣，使其不能进入到孔内；二是套管在装炸药时起导向作用，使炸药顺利装到孔底。平台定位后，在钻孔位置处下套管，套管要稳定，露出水面并深入到基岩下一定的深度，每台钻机配备两套套管，便于更换使用。根据施工区当地孔位和水深情况，配接好套管长度，距水面附近配花格子管，以便钻孔时石渣和水从花格子管中流出。套管固定后，即可吊钻杆入套管钻进。为便于接卸钻杆，钻杆长度应根据钻架高度选取。

钻孔：当岩层表面有砂卵石覆盖或强风化岩时，可用高压风将其冲走，然后钻进，达到设计要求深度后，再来回提钻数次，确保孔壁的光洁度。钻孔的深度控制：每天确定水位高程，计算出平台上部至设计底深的高差 H_1 ，测出从平台上部至水下基岩的深度 H_2 ， H_1-H_2 即为需开挖深度 H ，再加上设计的超深 Δh ，得出钻孔深度 $H_{\text{钻}}=H+\Delta h$ 。每一船定位后，首先要计算出全部钻孔的钻孔深度，并填入专用表格指导钻孔。

7.3.8 炮孔验收应保证炮孔深度、平面位置等满足设计要求，孔壁光滑。孔距、排距的允许偏差：内河为 $\pm 0.2\text{m}$ ，沿海为 $\pm 0.4\text{m}$ 。

孔距、排距的允许偏差值是综合考虑内河和沿海水域的水深情况、风浪情况和目前的船舶定位水平，并结合施工经验得出。

7.4.2 水下钻孔爆破装药前，应将孔内的泥沙、石屑清除，并使之达到设计孔深，清除后立即装药。

水下钻孔装药与陆地略有不同，为防止泥沙和石渣淤孔，钻孔完成后应立即装药。装药前应先用水砣核实钻孔深度后再进行装药。

7.4.3 水下钻孔爆破采用震源药柱或PVC管装药时，药包直径应小于炮孔直径 $10\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

采用震源药柱或PVC管内装药能减少现场加工工作，提高工作效率和装药质量。

7.4.5 水下裸露爆破布药前，应根据技术设计加工药包和捆绑配重。

水下裸露药包可用土、砂包或石块作为配重物，流水中配重物的重量宜大于药包重量的2倍，其目的是为了防止水下裸露药包浮起，影响爆破效果。当水深小于1.5m时，为防止配重物飞出，不宜用石块作为配重物。

7.4.6 水下裸露爆破应根据水深、流速、流态和工程量大小及通航等不同条件，采用不同的药包布置方法，常采用的药包布置方法有岸边直接布药法、潜水员布药法、沉排布药法、船投布药法、吊缆投递布药法等。

水下裸露爆破施工方法的关键是如何在指定的施工地点正确无误地投放药包并起爆。应根据水深、流速、流态、工程量大小及通航条件等情况，采用不同的药包布置方法。

(1) 潜水员布药法：适用于流速慢（低于1.0m/s）的孤礁或排障爆破。潜水员敷设药包定位准确，接触稳固，爆破效果良好；但潜水员布药法受工况条件限制较多，施工效率低，施工成本高，通常应用于特殊情况的爆破。

(2) 沉排布药法：适用于水较深、水底较平坦的岩石开挖工程，可在设有斜坡平台的工作船上，或在岸边架设滑道，将药包按设计间距排列在木排、竹排或尼龙框上，形成网状。然后推滑下水，用木船拖至爆区，配上重物将排架沉至爆破点。

(3) 船投布药法：适用于面积大、流速快的爆区作业。根据测量控制划分爆破区域，按纵向分段、横向分条顺序进行。首先将定位船锚定在爆区水流上游方向50m~80m处，再下放布药船至爆破点，准确定位后由布药船采用翻板法翻布药包。药包入水到位后，经检查爆破线路完好，布药船再上绞至定位船，定位船通过爆破主绳与起爆网路控制起爆。下一程序爆破，根据施工区爆破顺序移动定位船位置，按以上程序反复进

行。

爆破顺序一般由下游方向至上游方向、从深水区域到浅水区域。

(4) 吊缆投递布药法：在崖陡峡窄流急的河段，无法使用船只投放药包时，可通过跨河吊缆投放药包。具体方法是在距爆破点20m~30m的上游河面上，用一根 $\phi 14\text{mm} \sim 17\text{mm}$ 的钢缆跨河固定，跨河缆上穿套铁环，铁环上系一根拉绳中分至左右两岸，牵引铁环左右移动。吊药包的主绳穿过铁环，通过松放主绳拉吊药包，在药包上再系几根脚绳至两岸，可调整药包投药的准确性，并使药包紧贴礁石。

7.4.12 布药船外表面不得有明显或尖锐的突出物，布药船离开布药地点时，应仔细检查船底和船舵，发现有爆破导线或炸药包时应及时处理。

本条款目的是防止勾挂、破损爆破网路，防止人、船拖曳或损坏起爆网路，避免药包移位、爆破导线被拉断甚至意外起爆等事故。

7.7.1 水下爆破作业的爆后等待时间应按照GB 6722的相关要求由设计确定。

水下爆破作业的爆后等待时间根据施工经验不应少于5min。

7.7.4 应根据GB 6722制定盲炮处理的安全技术措施。处理盲炮前应由爆破技术负责人确定盲炮处理方案和警戒范围，应派有经验的爆破员进行盲炮处理。盲炮处理后应由处理者填写登记卡片或提交报告，说明产生盲炮的原因、处理的方法、效果和预防措施。

处理水下钻孔爆破和爆破排淤填石的盲炮，因爆破网路而引起的盲炮，检查和处理后可重新连线起爆，其他盲炮可在附近投放裸露药包诱爆；处理水下裸露爆破和爆破夯实的盲炮，可在盲炮附近另投药包诱爆或提起药包检查和处理后重新投放起爆。

8. 施工管理

8.2.2 应制定施工质量保证措施，包括下列内容：

- 确定质量目标，使爆破效果满足设计要求；
- 明确质量控制关键参数与工序，并制定质量具体控制措施；
- 建立符合工程特点的技术保障和资源保障措施；
- 建立质量过程检查制度等。

炸礁的平面位置和范围必须满足设计要求，航槽底部高程严禁高出

设计高程。

水下裸露爆破的布药方式、炸药品种和每次起爆用药量应满足设计要求。

岩石地基水下爆破开挖基槽的允许偏差、检验数量和方法应符合表1的规定。

表1 岩石地基水下爆破开挖基槽的允许偏差、检验数量和方法

序号	项目	允许偏差/m		检验数量	单元测点	检验方法
		长条形基坑	独立墩基坑			
1	平均超深	0.5	1.0	每 5m 一个断面, 且不少于三个断面	1	用测深仪或测深水砣测量, 1m~2m 一个点, 取平均值
2	平均超宽、超长	1.0	2.0		2	在全部断面图上量测, 各边取平均值

注: 在无掩护或离岸 500m 以上水域, 当爆破开挖水深大于等于 20m 时, 其平均超深、超宽、超长允许偏差值可适当加大。

水下爆破及清渣的允许偏差、检验数量和方法应符合表2的规定。

表2 水下爆破及清渣允许偏差、检验数量和方法

序号	项目		允许偏差/mm	检验数量	单元测点	检验方法
1	开挖线	钻孔爆破	+1000 0	每4m~10m 一个断面	1	用测深仪和经纬仪等测量, 并进行硬式扫床
		裸露爆破	+2000 0			
2	高程	航行区域	0 -500		3	
		非航行区域	+50 -750			

注: ①硬式扫床应提交扫床测量轨迹图, 相邻扫床轨迹的重叠宽度不得小于 1m, 并提交报告;

②开挖线项目中“+”代表超挖;

③当硬式扫床确有困难时, 可采用多波束扫测。

10. 事故预防

10.1.1 水下爆破工程应根据施工现场、作业过程和周围环境等进行危险源辨识与风险评价。

针对水下爆破工程的特点, 对照行业制定的安全标准、规程进行危险、有害因素的分析、识别。

根据危险、有害因素分析的结果和确定的评价单元，参照有关资料和数据，用选定的评价方法对各评价单元存在的危险、有害因素导致事故发生的可能性及其严重程度进行评价，真实、准确地确定事故可能发生的部位、频次、严重程度的等级及相关结果，并对得出的评价结果进行分析。

10.1.3 水下爆破工程危险源辨识应采用直观经验分析方法和系统安全分析方法。

直观经验分析方法适用于有可供参考先例、有以往经验可以借鉴的系统，不能应用在没有可供参考先例的新开发系统。常用的直观经验分析方法有对照、经验法和类比方法。对照、经验法是对照有关标准、法规、检查表或依靠分析人员的观察分析能力，借助于经验和判断能力对评价对象的危险、有害因素进行分析的方法。而类比方法是利用相同或相似工程系统或作业条件的经验和劳动安全卫生的统计资料来类推、分析评价对象的危险、有害因素。

系统安全分析方法是应用系统安全工程评价方法中的某些方法进行危险、有害因素的辨识。系统安全分析方法常用于复杂、没有事故经验的新开发系统。常用的系统安全分析方法有事件树、事故树等。

10.2.2 水下爆破工程安全防护内容主要包括对水中冲击波、涌浪、爆破振动、气泡脉动、基础液化和爆破个别飞散物等采取一定的防控技术手段。

关于基础液化的防控技术手段可参考《爆破安全规程》（GB 6722-2014）之“13.8.5 振动液化控制”。

10.3.1 应根据水下爆破工程具体情况，编制应急预案，成立应急组织机构，明确职责与权限。

10.3.2 对危险性较大的工程和特殊情况的作业应制定详细的现场处置方案和预防措施。

《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》（GB/T 29639）中第5条规定：“生产经营单位的应急预案体系主要由综合应急预案、专

项应急预案和现场处置方案构成。生产经营单位应根据本单位组织管理体系、生产规模、危险源的性质及可能发生的事故类型确定应急预案体系，并可根据本单位的实际情况，确定是否编制专项应急预案。风险因素单一的小微型生产经营单位可只编写现场处置方案。”

(1) 综合应急预案：综合应急预案是生产经营单位应急预案体系的总纲，主要从总体上阐述事故的应急工作原则，包括生产经营单位的应急组织机构及职责、应急预案体系、事故风险描述、预警及信息报告、应急响应、保障措施、应急预案管理等内容。

(2) 专项应急预案：专项应急预案是生产经营单位为应对某一类型或某几类事故，或针对重要生产设施、重大危险源、重大活动内容而定制的应急预案。专项应急预案主要包括事故风险分析、应急指挥机构及职责、处置程序和措施等内容。

(3) 现场处置方案：现场处置方案是生产经营单位根据不同事故类型，针对具体的场所、装置或设施所制定的应急处置措施，主要包括事故风险分析、应急工作职责、应急处置和注意事项等内容。生产经营单位应根据风险评估、岗位操作规程以及危险性控制措施，组织本单位现场作业人员及安全管理等专业人员共同编制现场处置方案。

该标准如在宣贯及执行过程中，发现有需修改、补充和完善之处，请与中国爆破行业协会标准化技术委员会联系。

中国爆破行业协会标准化技术委员会