

前 言

根据住房城乡建设部《关于印发〈2012年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2012〕5号)的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,编制了本规范。

本规范共分15章,主要内容包括:总则、术语、基本规定、施工准备、施工测量、干坞、管节制作、基槽开挖与回填覆盖、管节地基与基础垫层施工、管节安装、接头处理、衔接段、监测、安全与环境保护和验收。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由广州市市政集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送广州市市政集团有限公司(地址:广州市环市东路338号银政大厦,邮政编码:510060),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:广州市市政集团有限公司

交通运输部广州打捞局

参 编 单 位:上海隧道工程股份有限公司

同济大学

中交公路规划设计院有限公司

中国铁建港航局集团有限公司

广州市中心区交通项目领导小组办公室

广州市市政工程监理有限公司

广州市市政工程设计研究院

中铁隧道勘测设计院有限公司

广州地铁设计研究院有限公司

中南大学

主要起草人:安关峰 林金雄 王吉云 丁文其 刘洪洲

刘吉福 柳 献 杨 斌 宋志国 陈 胜

单永如 刘添俊 张洪彬 魏立新 贺维国

梁 豪 史海鸥 张国祥

主要审查人:李永盛 陈韶章 白 云 陈 越 侯晓明

贺春宁 洪开荣 任孝思 刘慈军 王鹤鸣

王明宜

住房城乡建设部
浏览专用

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(5)
4	施工准备	(6)
4.1	一般规定	(6)
4.2	前期调查	(7)
4.3	技术准备	(8)
4.4	设备、设施准备	(8)
4.5	施工场地与临时工程	(9)
5	施工测量	(11)
5.1	一般规定	(11)
5.2	控制测量	(11)
5.3	对接测量	(14)
5.4	竣工测量	(15)
6	干 坞	(16)
6.1	一般规定	(16)
6.2	固定干坞	(17)
6.3	移动干坞	(18)
6.4	检验标准	(19)
7	管节制作	(20)
7.1	一般规定	(20)
7.2	混凝土性能	(20)
7.3	管节预制	(21)
7.4	金属构件及预埋件安装	(23)

7.5	检验标准	(24)
8	基槽开挖与回填覆盖	(29)
8.1	一般规定	(29)
8.2	船机选择	(30)
8.3	水下开挖	(30)
8.4	基槽清淤	(33)
8.5	回填覆盖	(33)
8.6	检验标准	(34)
9	管节地基与基础垫层施工	(37)
9.1	一般规定	(37)
9.2	天然地基	(37)
9.3	人工地基与桩基础	(37)
9.4	基础垫层	(39)
9.5	检验标准	(41)
10	管节安装	(43)
10.1	一般规定	(43)
10.2	舾装	(45)
10.3	浮运前准备工作	(46)
10.4	浮运	(47)
10.5	寄放	(48)
10.6	沉放	(48)
10.7	对接	(50)
10.8	检验标准	(52)
11	接头处理	(53)
11.1	一般规定	(53)
11.2	管节接头	(53)
11.3	最终接头	(55)
11.4	检验标准	(56)
12	衔接段	(58)

12.1	一般规定	(58)
12.2	护岸工程	(58)
12.3	围堰工程	(58)
12.4	衔接段隧道结构	(60)
12.5	检验标准	(62)
13	监 测	(63)
14	安全与环境保护	(66)
14.1	一般规定	(66)
14.2	安全技术措施	(67)
14.3	环境保护	(70)
15	验 收	(72)
	本规范用词说明	(78)
	引用标准名录	(79)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(5)
4	Construction preparation	(6)
4.1	General requirements	(6)
4.2	Preliminary investigation	(7)
4.3	Technical preparations	(8)
4.4	Equipment and facilities preparation	(8)
4.5	Construction plant and temporary project	(9)
5	Construction survey	(11)
5.1	General requirements	(11)
5.2	Control survey	(11)
5.3	Docking survey	(14)
5.4	Final survey	(15)
6	Dry dock	(16)
6.1	General requirements	(16)
6.2	Fixed dry dock	(17)
6.3	Mobile dock	(18)
6.4	Acceptance criteria	(19)
7	Tunnel element production	(20)
7.1	General requirements	(20)
7.2	Concrete properties	(20)
7.3	Tunnel element production	(21)
7.4	Installation of hardware embedded parts	(23)

7.5	Acceptance criteria	(24)
8	Trench excavation and backfill	(29)
8.1	General requirements	(29)
8.2	Ship machine selection	(30)
8.3	Underwater excavation	(30)
8.4	Foundation trench dredging	(33)
8.5	Backfill	(33)
8.6	Acceptance criteria	(34)
9	Foundation and cushion construction	(37)
9.1	General requirements	(37)
9.2	Natural foundation	(37)
9.3	Artificial foundation and pile foundation	(37)
9.4	Foundation cushion	(39)
9.5	Acceptance criteria	(41)
10	Assemblage of tunnel element	(43)
10.1	General requirements	(43)
10.2	Outfitting	(45)
10.3	Preparation work before tugging	(46)
10.4	Floating transportation	(47)
10.5	Temporary mooring	(48)
10.6	Sinking	(48)
10.7	Docking	(50)
10.8	Acceptance criteria	(52)
11	Joint construction	(53)
11.1	General requirements	(53)
11.2	Joint processing	(53)
11.3	Final joint construction	(55)
11.4	Acceptance criteria	(56)
12	Shore connection tunnel	(58)

12.1	General requirements	(58)
12.2	Bank-protection works	(58)
12.3	Temporary cofferdam	(58)
12.4	Shore tunnel structure	(60)
12.5	Acceptance criteria	(62)
13	Supervisory and measuration	(63)
14	Construction safety and environmental protection	(66)
14.1	General requirements	(66)
14.2	Technical safety measures	(67)
14.3	Environmental protection	(70)
15	Acceptance and check	(72)
	Explanation of wording in this code	(78)
	List of quoted standards	(79)

1 总 则

- 1.0.1 为加强沉管法隧道工程施工技术管理,规范技术标准,统一施工质量检验与验收标准,确保工程质量,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于沉管法施工的隧道工程的施工及质量验收。
- 1.0.3 沉管法隧道工程施工及质量验收除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

住房和城乡建设部
浏览专用

2 术 语

2.0.1 沉管法隧道 immersed tunnel

在水域中主要由若干预制完成的基本结构单元,将其通过浮运、沉放、水下对接形成的隧道,又称沉管隧道、沉埋管段法隧道。

2.0.2 管节 element

一次或分次预制完成,可实施浮运、沉放、水下对接组成沉管结构的基本单元。

2.0.3 衔接段 connection tunnel

与沉管隧道两端相连接的、一般采用明挖法施工的隧道或地下构筑物。

2.0.4 施工段 construction segment

组成管节的纵向施工分段。

2.0.5 施工缝 construction joint

因设计要求或施工需要分段浇筑而在先后浇筑混凝土之间形成的接缝。

2.0.6 管节接头 element joint

管节与管节、管节与衔接段之间的连接结构。

2.0.7 最终接头 final joint, closure joint

实现沉管隧道贯通的连接结构,又称合拢接头。

2.0.8 剪力键 shear key

设于管节接头,限制管节或管节与衔接段间水平、竖向位移的抗剪构件。

2.0.9 限位装置 displacement restrictor

设于管节接头,用于限制管节或管节与衔接段间纵向位移的构件。

2.0.10 干坞 dry dock

用于管节预制的场地,可兼用于舾装、起浮、系泊,通常为固定干坞,特殊情况下利用大型半潜驳船作为管节预制、舾装的场地则称为移动干坞。

2.0.11 基槽 trench

用于埋置隧道的条形水下基坑。

2.0.12 先铺法 pre-bedding method

管节沉放对接前先行完成的管节基础垫层施工方法。

2.0.13 后填法 post filling method

管节沉放对接后完成的管节基础垫层施工方法。通常包括砂流法、压浆法、喷砂法等,又称后铺法、充填法。

2.0.14 砂流法 sand flow method

通过管节侧墙、隔墙、底板预留孔压注砂(或砂与水泥熟料)充填管节底板与基槽底之间空隙形成基础垫层的方法,又称灌砂法、压砂法。

2.0.15 压浆法 grouting

通过管节底板预留孔灌注砂浆充填管节底板与基槽底之间空隙形成基础垫层的方法,又称灌浆法、注浆法。

2.0.16 喷砂法 sand jetting method

通过伸入管节底下的管道向管节底板与基槽底之间的空隙喷注砂、水混合料形成基础垫层的方法。

2.0.17 舾装 outfitting

管节浮运、沉放所需的临时设施及设备安装作业。一般分为一次舾装与二次舾装。

2.0.18 压载水箱 ballast tank

调整管节起浮、浮运、沉放过程中压载重量所采用的临时设施。

2.0.19 端封墙 bulkhead

为浮运、沉放和安装管节,实现管节及暗埋段临时封闭的墙体

结构。

2.0.20 干舷 freeboard

管节在寄放、系泊、浮运过程中,自水面线到管节顶部表面的垂直距离。

2.0.21 浮运 floating transportation

管节预制完成后,浮于水面,将其拖运到指定位置的过程。

2.0.22 沉放 immersion

管节下沉至指定位置的过程。

2.0.23 对接 connection

管节与管节或衔接段间进行拉合及水力压接的过程。

2.0.24 GINA 止水带 outer gasket

安装于管节接头处外贴压缩式防水专用橡胶制品。

2.0.25 OMEGA 止水带 inner gasket

安装于管节接头处内贴可卸式防水专用橡胶制品。

2.0.26 千斤顶拉合 connection by jacking system

利用已沉管节或衔接段与待沉管节之间的千斤顶拉合装置,使GINA止水带初始压缩,实现初步止水的过程。

2.0.27 水力压接 hydraulic connection

管节拉合后,将相邻端封墙之间的水排出,利用管节自由端端面水压力使GINA止水带进一步压缩的过程。

2.0.28 硬扫床 rigid sweep

在检测船上按照施工与设计要求的入水深度安设硬式扫具,在测区内巡测。

2.0.29 护岸 bank revetment

保护堤岸的构筑物。

2.0.30 端钢壳 steel shell of the terminal surface

用于管节或衔接段端头止水带安装的钢构件。

2.0.31 鼻托 bearer

用于管节沉放、对接具有临时承托、导向作用的装置。

3 基本规定

- 3.0.1 原材料、半成品或成品的质量应符合国家现行有关标准的规定。
- 3.0.2 管节预制时,宜建立专业混凝土搅拌站。
- 3.0.3 应建立健全施工技术、质量、安全生产、健康环境管理体系,制订各项施工管理制度,并贯彻执行。
- 3.0.4 应组织有关技术管理人员深入现场调查,掌握现场情况,核对设计文件,做好充分的施工准备工作。
- 3.0.5 施工前,应根据合同文件、设计文件、现场条件及沉管隧道工程重点、难点和工艺特点,选择合理可行的施工方法,应合理配备适用的船机、设备、机具和劳动力等资源,布置施工场地总平面并编制施工组织设计。
- 3.0.6 施工中应加强施工测量、监测工作,实施信息化施工,必要时应开展试挖槽、垫层试验、管节大比尺或足尺模型试验等工艺性试验。
- 3.0.7 沉管隧道施工前,应进行安全与技术交底。
- 3.0.8 沉管隧道工程应划分为单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和检验批,作为工程施工质量检验和验收的基础。
- 3.0.9 沉管隧道工程施工应采取必要的环境保护措施。

4 施 工 准 备

4.1 一 般 规 定

- 4.1.1 工程开工前应收集下列基础资料,并应进行分析:
- 1 工程地质、水文地质详细勘察报告;
 - 2 江(河、海)床演变、水文测验、水文和分析报告;
 - 3 气象及水文窗口预测研究报告;
 - 4 工程水域江(河、海)扫床报告;
 - 5 水域通航环境与安全影响报告;
 - 6 工程场地地质灾害评价报告及地震安全性评价报告;
 - 7 工程坐标系联测与测量控制网布设报告;
 - 8 水域环境影响分析、环境影响报告书;
 - 9 工程区试挖槽边坡稳定性观测报告、基础垫层试验报告;
 - 10 经过审批的施工图设计文件和技术交底文件;
 - 11 工程两岸、干坞、临时航道、航标、抛泥区现状调查报告;
 - 12 场地周边管线、障碍物与建(构)筑物等调查报告;
 - 13 防洪评价报告。
- 4.1.2 沉管隧道施工应建立工程测量、工程信息监控控制系统,实施信息化施工。
- 4.1.3 应根据沉管隧道工程区的工程地质、水文、气象、航道、环境条件和工程规模、工期、环境保护等要求确定坞址、选择管节预制、舾装、基槽开挖、寄放区浚挖、浮运航道疏浚、浮运、沉放与对接、选择地基与基础处理施工方法、选择工艺技术与设备。
- 4.1.4 GINA、OMEGA 止水带应符合设计要求,其他各类橡胶

止水带应满足项目设计要求并符合国家现行相关标准规定。

4.1.5 沉管隧道施工应减少对水域各类通行船舶、港口码头的影响,确保施工和船舶通行安全。

4.1.6 隧道施工前应完成并复核下列内容:

- 1 起止里程与坐标、高程;
- 2 满足工程精度要求的测量控制系统;
- 3 两岸场地状况及准备工作;
- 4 沉管隧道设计几何尺寸(平、纵、横);
- 5 施工场地、寄放区、临时航道、出坞及浮运航道、抛泥区位置等的选取;
- 6 预制场地的准备和生产工艺的比选;
- 7 浮运、沉放、对接设备及配套船机的配置和选型;
- 8 管节端钢壳制作精度、管节轴线控制精度、管节导向装置安装精度、管节临时垫块安装精度、管节干舷高度、基槽开挖精度和基础垫层材料级配和配合比、平面精度及密实度要求;
- 9 沉管隧道施工管理系统与系列报表;
- 10 相应管节的混凝土配合比。

4.1.7 应根据地质、基础形式与埋深、环境保护、工期、施工设备与技术水平、场地条件等要求,选择安全、经济、对环境影响小的堤(护)岸施工方案。

4.2 前期调查

4.2.1 应对水域工程地质和水文、航道、气象条件等进行分析,必要时应进行施工阶段的补充地质勘察。

4.2.2 应对工程附近道路、既有建(构)筑物、管线等进行勘查或探查。

4.2.3 应对堤(护)岸结构及其基础形式进行详细调查和记录。

4.2.4 应调查分析水域内航道、航运、锚地、防(避)台风区等状况。

4.2.5 应调查分析沉管隧道施工过程中可能引起的生态与环境保护问题。

4.3 技术准备

4.3.1 施工前应完成设计交底、设计交桩等工作。

4.3.2 应编制施工组织设计,对护岸拆除与恢复、基槽开挖、管节地基与垫层施工、寄放区浚挖、管节制作、浮运、沉放对接、接头处理等关键环节必须编制专项施工方案。

4.3.3 应对专用设备、特种设备进行专项设计、制造、技改、调试、验收及人员培训。

4.3.4 应根据工程特点和具体要求,建立满足工程精度要求的测量控制系统。

4.3.5 应建立沉管隧道的施工过程动态测量控制系统。

4.4 设备、设施准备

4.4.1 施工船舶及其配套设施应符合下列规定:

1 应与基槽开挖规模及管节几何尺寸、管节沉放负浮力相匹配,应能协调工作,并应满足管节浮运、沉放、对接的要求;

2 船机必须符合沉管隧道设计和施工要求,经总装技改调试的新船应提供船检部门的认证文件;

3 水上作业应满足水域施工的环境保护要求。

4.4.2 管节预制生产及其配套设备应符合下列规定:

1 应能满足全部管节预制的功能要求;

2 应能与舾装相匹配。

4.4.3 当采用固定干坞预制管节时,坞门、绞车等坞内设施的准备应符合下列规定:

1 坞门应布局合理,应与管节出坞工艺相适应,施工及验收应按相关规范执行;

2 绞车(缆桩)布局应与管节起浮、绞拖、系泊相适应。

4.5 施工场地与临时工程

4.5.1 开工前应结合工程规模、工期、用地情况、运输条件、管节预制方式、寄放区、水电保障等情况,绘制施工场地总布置图、布置施工场地及实施临时工程,并应满足因地制宜、合理布置、统筹安排的原则。

4.5.2 施工场地布置应符合下列规定:

1 应结合预制场地(固定干坞或移动干坞)、水陆运输条件、临时码头设置、土方弃运、吊装作业、现场搅拌站的设置、大宗材料、散体物料堆场等的需要,对场区进行功能分区,合理布局;

2 应以管节预制为重点;

3 应根据作业船舶靠泊、管节舾装,砂石等散体物料装卸的需要,设置或选择临时码头;

4 寄放区的设置和施工应根据沿线堤岸的安全、对邻近码头作业的影响等确定;

5 基槽开挖、管节安装等占用主航道施工应按要求开辟临时航道,并向主管部门申请;

6 机械设备、附属车间、加工场布置应相对集中;

7 场内施工便道与场外道路应按场区功能分区合理布置;

8 生产与生活设施应分区设置;

9 危险品库房设置与管理应按有关规定的要求。

4.5.3 临时工程应符合下列规定:

1 场区道路应满足施工期间行车安全和使用要求;

2 场区道路和临时给排水、用电、通信等配套设施应统一规划、提早实施、同步完成;

3 临时房屋的租用、设置应满足消防安全规定,临时房屋的周围应设有排水系统,并应避开高压电线,爆破器材库、油库的位置设置应符合相关规定;

- 4 严禁将住房等临时设施布置在受洪水、泥石流、落石、地陷、滑坡等自然灾害威胁的地点,并应制订相应应急预案;
- 5 临时航道及航标应满足过往船舶通航需求;
- 6 现场布置时应采取保护自然环境的措施。

住房城乡建设部信息公开
浏览专用

5 施工测量

5.1 一般规定

- 5.1.1 沉管隧道施工前应根据其结构形式及精度要求等编制施工测量方案,选定测量控制等级,确定测量方法。
- 5.1.2 应进行现场交桩,在复测控制网的基础上,根据施工需要适当加密,建立施工测量控制网。
- 5.1.3 对测量控制点,应编号绘于施工总平面图上,并应采取有效措施妥善保护,定期进行复测。
- 5.1.4 沉管隧道工程的测量除应符合本规范的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

5.2 控制测量

5.2.1 沉管隧道工程施工的平面控制测量应符合下列规定:

- 1 各等级平面控制测量,其最弱点点位中误差为 $\pm 50\text{mm}$,最弱相邻点间相对点位中误差为 $\pm 30\text{mm}$,最弱相邻点边长相对中误差不得大于表 5.2.1-1 的规定。

表 5.2.1-1 平面控制测量精度要求

测量等级	最弱相邻点边长 相对中误差	测量等级	最弱相邻点边长 相对中误差
二等	1/100000	四等	1/35000
三等	1/70000	一级	1/20000

2 沉管隧道工程平面控制测量的等级不得低于表 5.2.1-2 的规定,同时隧道轴线精度尚应符合表 5.2.1-3 的规定。对特殊结构隧道,应根据其施工允许误差确定测量的精度和等级。

表 5.2.1-2 平面控制测量等级

隧道总长 L (m)	跨越水域宽度 L_s (m)	测量等级
$L \geq 3000$	$L_s \geq 500$	二等
$2000 \leq L < 3000$	$300 \leq L_s < 500$	三等
$1000 \leq L < 2000$	$150 \leq L_s < 300$	四等
$L < 1000$	$L_s < 150$	一级

表 5.2.1-3 隧道轴线相对中误差

测量等级	隧道轴线相对中误差	测量等级	隧道轴线相对中误差
二等	$\leq 1/150000$	四等	1/60000
三等	$\leq 1/100000$	一级	1/40000

3 当采用独立坐标系、抵偿坐标系时,应确认与国家坐标系的转换关系。

4 在布设平面控制点时,四等及以上平面控制网中相邻点之间的距离不得小于 500m,一级平面控制网中相邻点之间的距离不得小于 200m,最大距离不应大于平均边长的 2 倍,隧道结构两端的每一端应至少埋设 3 个平面控制点。

5.2.2 沉管隧道工程施工的高程控制测量应符合下列规定:

1 同一工程项目应采用同一高程系统,并应与相邻工程项目的高程系统相衔接。隧址水准点的高程测量应与路线控制高程联合测量。

2 高程控制网中最弱点高程允许误差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

3 高程控制网每千米观测高差中误差和附合水准路线长度不应小于表 5.2.2-1 的规定。

表 5.2.2-1 高程控制测量的技术要求

测量等级	每千米高差中数中误差(mm)		附合或环线水准路线长度(km)
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_w	
二等	± 1	± 2	100
三等	± 3	± 6	10
四等	± 5	± 10	4

注:控制网节点间的长度不应大于表中长度的 70%。

4 隧道工程的高程控制测量等级不得低于表 5.2.2-2 的规定。

表 5.2.2-2 高程控制测量等级

隧道总长 L (m)	跨越水域宽度 L_s (m)	测量等级
$L \geq 3000$	$L_s \geq 500$	二等
$1000 \leq L < 3000$	$150 \leq L_s < 500$	三等
$L < 1000$	$L_s < 150$	四等

5 施工水准网中的各水准点应构成连续水准环。隧道结构的两端应至少各设置 3 个水准点,作为水准网的控制点。

5.2.3 宽阔水域隧道工程的 GPS 平面控制网宜分为首级网、首级加密网、一级加密网和二级加密网 4 个等级。一级加密网和二级加密网的布设和使用应符合下列规定:

1 加密网应采用与全隧道统一的坐标系统,且宜由三角形或大地四边形组成,并应一次完成网形设计、施测与平差。加密网应与最近的 2 个及以上高级网点为起算点进行联测,任一加密网点应至少与另外 2 个控制点通视。加密网应按一级 GPS 测量精度施测,且最弱相邻点点位中误差应为 $\pm 10\text{mm}$ 。

2 控制网点应安全稳定,在使用过程中应进行定期或不定期检查。当控制点不稳定时,应立即进行局部或全面复测。加密网两次复测的间隔时间不应超过 3 个月。

5.2.4 宽阔水域隧道工程的高程控制网应采用全隧道统一的高程基准。对首级网点、首级加密网点和全隧道贯通测量,应采用不低于国家二等水准测量的精度进行联测;对一级加密网点和二级加密网点,应采用不低于国家三等水准测量的精度进行联测。

5.2.5 隧道设置的三角网或导线网,应定期对其基准点和水准点进行校核。

5.2.6 岸上水准点、中线点应根据隧道平纵面、隧道长度等定期进行复核,隧道内控制点应根据施工进度设置在衔接段隧道,并应

定期对其进行校核。

5.2.7 测量桩点必须稳定可靠,且通视良好。水准点应设在不易损坏处,并应妥善保护。测量仪器、工具在使用前应做检校,仪器和技术状态应符合使用要求。当使用光电测距仪时,应按其使用规定进行操作。

5.3 对接测量

5.3.1 近岸测量应通过 2 个及以上全站仪观测管节测量塔,确定管节轴线和标高。

5.3.2 在管节沉放、姿态调整过程中,应由 2 个及以上的测量站持续观测测量塔,应对相关数据进行分析,并应由潜水员配合进行探摸检查。

5.3.3 千斤顶拉合和水力压接前,应对管节姿态进行测量。

5.3.4 管节水力压接完成后,应对管节轴线、里程、横倾及管节标高等进行管内测量,应利用测量数据调整下一管节对接过程中的姿态,并应符合设计要求。

5.3.5 管节对接轴线和标高允许误差应符合表 5.3.5 的规定。

表 5.3.5 管节对接轴线和标高允许误差

检查项目	轴线允许误差	高程允许误差	GINA 止水带检查
管节接头错位	±20mm	±20mm	水下录像检查压接情况
管节绝对误差	±50mm	±50mm	管内量测 GINA 止水带压缩量

5.3.6 宽阔水域沉管管节对接宜采用 GPS-RTK 测量系统,宜配合采用声呐探测装置。

5.3.7 对水深大、水流急的水域,管节端面之间的相互距离、水平和垂直偏移、管节倾斜等宜采用声呐探测装置进行自动测量。

5.3.8 管节对接控制测量应监控坞内管节几何测量、衔接段测量、对接测量和贯通测量等阶段,并应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

5.4 竣工测量

5.4.1 隧道工程完工后,应进行隧道轴线、里程、路面标高和覆盖层顶标高等竣工测量。

5.4.2 隧道竣工后应提交贯通测量技术成果书,贯通误差的实测成果和说明,净空断面测量和永久轴线点、水准点的实测成果及示意图。

住房和城乡建设部信息中心
浏览专用

6 干 坞

6.1 一 般 规 定

6.1.1 干坞可采用固定干坞或移动干坞两种形式,固定干坞可分为独立干坞和轴线干坞。施工质量应满足设计及国家现行有关标准的要求。

6.1.2 固定干坞选址应符合下列规定:

- 1 宜距隧道位置较近,且具备管节浮运至沉放位置的航道条件;
- 2 干坞附近宜具备寄放若干节预制好的管节的水域;
- 3 应具备适合建造干坞的工程、水文地质条件;
- 4 交通运输应方便,且应具有良好的外部施工条件;
- 5 干坞规模应满足隧道施工总体流程和总工期要求;
- 6 应具有可重复利用或再使用的价值。

6.1.3 应根据下列具体因素确定固定干坞规模:

- 1 管节长度、宽度、高度,预制管节数量;
- 2 管节端部间距、管节侧面间距、管节端部至干坞两端及两侧的净距;
- 3 坞内管节预制设备(包括吊装设备、模板、模板支撑系统等);
- 4 坞内外车辆运输路线;
- 5 管节出坞水位;
- 6 预制管节的附属设施。

6.1.4 除应根据本规范第 6.1.3 条的因素外,尚应根据下列具体因素确定移动干坞规模:

- 1 移动干坞吨位、结构刚度;

- 2 移动干坞靠泊码头；
- 3 航道水深条件；
- 4 隧址附近下潜港池。

6.2 固定干坞

6.2.1 固定干坞坞底高程应根据出坞水位、管节高度、管节浮起时的干舷高度、管节浮起时底部到坞底的最小安全距离、干坞底部基础厚度等因素综合确定。

6.2.2 固定干坞基坑开挖与支护应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 和《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311 的有关规定。

6.2.3 固定干坞坞底地基处理应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的有关规定。

6.2.4 固定干坞坞底应满足承载力、变形和管节起浮的要求。

6.2.5 固定干坞坞底施工应符合下列规定：

- 1 土质基底最后 300mm 厚土体应分区、分块人工修挖；
- 2 当坞底地基承载力、变形不满足要求时，应进行地基处理；
- 3 岩质基底应采用冲击破碎开挖法或静态破碎法；
- 4 当采用静态破碎法时，应按设计要求布孔、钻孔、装破碎药剂、破碎、装碴提升，钻孔与出土应平行作业；
- 5 倒滤层施工时，盲管沟应畅通，应与基底排水明沟连通；
- 6 封闭层与起浮层应控制其平整度；
- 7 应疏干坞底土层中水分，再进行垫层施工；
- 8 坞底预制管节基底与道路基底的级配碎石层宜同时安排施工，级配碎石层密实度应满足设计要求；
- 9 干坞范围内道路施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定；
- 10 坞底管节预制区基底混凝土施工应在坞底道路完成后进

行,其配合比应满足设计要求,施工与验收应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

6.2.6 固定干坞坞底应设排水沟,并应满足设计要求。

6.2.7 固定干坞坞门可采用钢筋混凝土沉箱式坞门或钢结构坞门、钢板插拔坞门、钢管桩坞门、围堰等形式。

6.2.8 钢筋混凝土沉箱式坞门施工应符合现行行业标准《港口及航道护岸工程设计与施工规范》JTJ 300 的规定。

6.2.9 钢板插拔坞门施工应符合现行行业标准《板桩码头设计与施工规范》JTS 167—3 中第 7.3 节、第 7.4 节的规定。

6.2.10 钢管桩坞门施工应符合本规范第 12.3.4 条的规定。

6.2.11 围堰工程施工应符合本规范第 12.3 节的规定。

6.2.12 堤岸恢复及护岸施工应符合本规范第 12.2 节的规定。

6.2.13 固定干坞内放(注)水速度、排水速度和水位差应按设计要求实施,注(排)水设施能力应满足施工要求。

6.2.14 在坞口封闭阶段,干坞防汛体系应独立;在坞口敞开阶段,与施工区域外的原河堤防汛墙应形成共同防汛体系;工程结束后,应恢复原防汛墙。

6.2.15 施工期间应对临近的堤岸、附属建(构)筑物和管线等进行监测。

6.3 移动干坞

6.3.1 移动干坞应具有下潜功能,下潜的深度应满足管节浮起要求。

6.3.2 移动干坞有效使用面积应满足管节预制对场地大小的要求。

6.3.3 移动干坞载重量应满足管节重量的要求。

6.3.4 移动干坞强度和刚度应满足管节制作精度的要求。

6.3.5 移动干坞在管节预制、浮运、下潜等全过程中,应满足稳定性要求。

6.3.6 移动干坞应配有可提供预制管节施工材料和设施的泊靠码头。

6.3.7 移动干坞上应建立独立的管节预制测量体系,每道工序完成后应对移动干坞上测量控制点进行校核。

6.3.8 管节制作精度措施应符合下列规定:

- 1 应建立移动干坞受力变形分析系统;
- 2 根据预制施工计划,应计算各阶段移动干坞的变形,并根据计算结果编制荷载调配计划;
- 3 应经常检查、校正测量基准点的闭合性;
- 4 在端钢壳安装前,应全面校验测量基准点。

6.4 检验标准

6.4.1 固定干坞坞底预制区域检验指标应符合表 6.4.1 的规定。

表 6.4.1 固定干坞坞底预制区域检验指标

项目	控制值	检测频率		检验方法
		范围	点数	
承载力	满足设计要求	每施工段	2	承载力试验
平整度	$\leq 3\text{mm}$	20m	3	3m 靠尺
标高	$\pm 10\text{mm}$	20m	2	水准仪
差异沉降	$\leq 1\%L$ 且 $\leq 20\text{mm}$	20m	2	水准仪

注:L为施工段长度。

6.4.2 固定干坞监测应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的有关规定。

6.4.3 移动干坞监测应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定。

7 管节制作

7.1 一般规定

- 7.1.1 施工段长度应根据管节设计长度与现场条件进行选择。
- 7.1.2 管节制作前,必须针对工程具体特点进行相关工程试验。
- 7.1.3 管节制作所使用材料、制品等的品种、规格和材质应满足设计要求。
- 7.1.4 管节制作的钢筋、混凝土和模板除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定外,尚应符合本规范第 7.3.1 条、第 7.3.2 条、第 7.3.3 条的规定。
- 7.1.5 管节防水施工除应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的有关规定外,尚应符合本规范第 7.3.4 条的规定。
- 7.1.6 管节制作时预留的金属构件及预埋件施工除应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定外,尚应符合本规范第 7.4 节的规定。
- 7.1.7 应结合实际工程条件编制管节制作专项施工方案。

7.2 混凝土性能

- 7.2.1 混凝土原材料应具有稳定性,砂石、水泥、粉煤灰、矿粉及添加剂等材料均应符合设计要求和国家现行标准规定。
- 7.2.2 管节混凝土配合比应专门设计并经验证,并应满足强度、重度、抗裂性、抗渗性、耐久性等设计要求,胶凝材料的选用必须经试验确定。
- 7.2.3 应根据设计要求与试验控制混凝土重度。

7.3 管节预制

7.3.1 管节制作的混凝土工程应符合下列规定：

- 1 管节预制施工前应进行现场浇筑试验,对混凝土的各项参数指标进行检测；
- 2 施工段混凝土可按底板、隔墙、外侧墙和顶板分次进行浇筑,具有较强施工能力时,宜优先选用一次性整体式浇筑；
- 3 管节混凝土裂缝控制应符合下列规定：
 - 1)管节浇筑时应控制拌合料入模温度及内外温差；
 - 2)可采取控制混凝土配合比、优化浇筑工艺、埋设冷却管等措施；
 - 3)及时养护；
 - 4)应控制底板与侧墙、侧墙与顶板浇筑的时间差。

7.3.2 管节制作的钢筋工程应符合下列规定：

- 1 进入现场的钢筋应附出厂合格证和试验报告单,并按国家现行相关规定进行力学性能和重量偏差检验,检验结果必须符合相关标准的要求；
- 2 钢筋宜在专用场地集中加工,成型后运至现场安装,钢筋运输、储存过程应分类,不得锈蚀和污染,标识应保留；
- 3 钢筋连接宜采用机械连接,绑扎连接时,钢筋的级别、直径、根数必须满足设计要求；
- 4 受力钢筋同一截面的接头数量、搭接长度、同一钢筋接头间距和焊接、机械接头的质量应符合设计要求；
- 5 上层钢筋网架应设置撑脚,钢筋保护层厚度必须满足设计要求；
- 6 钢筋机械连接的接头、螺纹应采取保护措施；
- 7 在浇筑混凝土前,应进行钢筋隐蔽工程验收。

7.3.3 管节制作的模板工程应符合下列规定：

- 1 应编制专项施工技术方案,并应符合下列规定：

- 1) 模板设计应满足管节结构几何尺寸要求；
 - 2) 宜选用定型钢模板，支撑体系应根据管节几何尺寸与干坞形式等因素确定；
 - 3) 模板和支架的强度、刚度、稳定性应满足钢筋混凝土结构及施工的各项荷载要求，模板安装精度应满足管节预制要求；
 - 4) 管节侧墙的内外侧模板及其支撑系统应为相对独立的支模系统，外墙模板不宜采用通长对拉螺栓固定。
- 2 模板安装应符合下列规定：
- 1) 模板及支撑的材料与结构必须符合施工技术方案的模板设计的要求，模板及支撑安装必须稳固、可靠；
 - 2) 管节模板体系应根据其结构形式确定，宜采用模块化移动式支架模板体系；
 - 3) 在浇筑混凝土前，应对模板工程进行验收。
- 3 模板拆除应符合下列规定：
- 1) 管节混凝土强度应满足设计要求；
 - 2) 管节预制的支架、模板拆除应按先支后拆、后支先拆的顺序进行；
 - 3) 管节预制的非承重侧模板应在混凝土强度能保证结构棱角不损坏时方可拆除，且混凝土拆模时的强度不得低于 2.5MPa，当承重底模板拆除时，应根据混凝土的强度及结构受力按顺序进行拆除；
 - 4) 模板拆除后应及时清理、维修，按编号分类保管，模板面层应涂刷隔离剂。
- 7.3.4 管节制作的防水工程应符合下列规定：**
- 1 管节混凝土可通过调整配合比、掺加外加剂或掺合料等措施配置而成，试配混凝土抗渗等级应比设计要求提高 0.2MPa。
 - 2 施工缝应符合下列规定：
 - 1) 施工缝止水带和防水材料的尺寸、规格、性能指标、埋设

位置应符合设计要求；

- 2) 竖向施工缝浇筑混凝土前,应将其表面清理干净,止水带应完好,应均匀涂刷混凝土界面剂,及时浇筑混凝土,并应控制混凝土浇捣质量;
 - 3) 水平施工缝浇筑混凝土前,应将其表面浮浆和杂物清除,先均匀涂刷混凝土界面剂,再铺设水泥砂浆,及时浇筑混凝土,并应控制混凝土浇捣质量;
 - 4) 中埋式止水带、密封胶、遇水膨胀条等的安装施工应符合国家现行相关标准的规定。
- 3 外防水施工应符合下列规定:
- 1) 外防水材料的性能指标应符合设计要求和国家现行相关标准的规定;
 - 2) 当管节底板采用防水钢板时,其厚度及焊缝等级应符合设计要求,施工过程中应采取防止钢板变形的措施,允许变形量不应大于 20mm;
 - 3) 喷涂型防水涂料及配套使用的底涂料、涂料修补材料、层间处理剂的施工要求、性能指标及基面处理要求应符合国家现行相关标准的规定;
 - 4) 管节结构与端钢壳、端封墙、防水底钢板、管节顶部人孔、垂直千斤顶等交界部位的防水应采取加强处理措施;
 - 5) 施工过程中应采取成品保护措施,不得损坏防水层。

7.4 金属构件及预埋件安装

7.4.1 管节预制应根据设计和水上施工特点,安装必要的金属构件及预埋件,且金属构件及预埋件应满足防腐要求。

7.4.2 端钢壳可分阶段进行安装,先进行本体安装,完成混凝土结构后再进行面板安装。

7.4.3 压载水箱应按施工图施工,给排水系统安装后应进行调试及试漏。

7.4.4 垂直千斤顶水平安装误差不应大于 2mm,中心线与设计倾角误差不应大于 0.6%。推杆的有效行程不应小于 500mm,安装前应进行推杆与套筒同心度及水密性试验。

7.4.5 水密门安装前应进行水密性试验。

7.4.6 鼻托或导向装置安装前,应对预埋件及其安装位置进行定位标定,安装轴线允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$,高程允许偏差为 $0\text{mm}\sim -5\text{mm}$ 。

7.4.7 预留预埋应符合下列规定:

1 各种预埋件和预留孔洞应分类、编号、标识,中心位置及标高应符合设计规定;

2 各类预埋件的防腐措施应符合设计要求,并进行耐久性控制和对螺栓、螺牙和螺孔的保护。

7.5 检验标准

7.5.1 原材料质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 原材料的产品资料应齐全,各项性能检验报告应符合国家现行相关标准的规定和设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查产品质量合格证明书、各项性能检验报告、进场复验报告。

2 混凝土强度、抗渗性能应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的规定分批检验评定,并应符合设计要求。

检查数量:底板、侧墙、顶板或后浇带等每部位的混凝土,每工作班不应少于 1 组且每浇筑 100m^3 为一验收批,抗压强度试块留置不应少于 1 组;每浇筑 500m^3 混凝土及每后浇带为一验收批,抗渗试块留置不应少于 1 组。

检验方法:检查混凝土浇筑记录,检查试块的抗压强度或抗渗

试验等报告。

3 混凝土重度必须符合设计或施工规范要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查混凝土试块重度检测报告,检查原材料质量保证资料、施工记录等。

一般项目

4 新拌混凝土塌落度、扩展度等工作性能应符合施工规范和设备输送方式、能力要求。

检查数量:每一批次混凝土。

检验方法:检查混凝土塌落度、扩展度等工作性能检测报告,检查原材料质量保证资料、施工记录等。

7.5.2 混凝土管节制作中的钢筋、模板、混凝土质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 混凝土管节制作中的钢筋、模板、混凝土质量经验收合格。

检查数量:每一批次钢筋、模板、混凝土。

检验方法:按国家有关规范的规定和设计要求进行检查。

2 混凝土管节的外观质量不应有严重缺陷。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,对可见的裂缝用裂缝观察仪检测。

3 端钢壳面板加工焊接及焊条必须符合设计或施工规范要求,制作及安装检验标准应符合表 7.5.2-1 的规定。

表 7.5.2-1 端钢壳面板制作及安装检验标准

序号	主控项目	允许偏差	检查数量	检验方法
1	外包宽度(mm)	±10	每个端钢壳	全站仪
2	外包高度(mm)	±10	每个端钢壳	全站仪
3	面板整体平整度(mm)	≤3	每个端钢壳	2m 靠尺和楔形塞尺

续表 7.5.2-1

序号	主控项目	允许偏差	检查数量	检验方法
4	接触面 平整度(mm)	≤ 1	每个端钢壳, 沿长度方向 每 1m 测一点	GINA 止水带接触面每 延米,2m 靠尺和楔形塞尺
5		≤ 2	每个端钢壳, 沿长度方向 每 2m 测一点	OMEGA 止水带接触面 每延米,2m 靠尺和楔形塞 尺
6	横向垂直度(%)	≤ 3	每个端钢壳, 测两端、中 间共 3 点	拟合面与设计面在管节 左右外缘之差,全站仪和直 尺
7	竖向倾斜度(%)	≤ 3	每个端钢壳, 测两端、中 间共 8 点	拟合面与设计面在管节 上下边缘之差,全站仪和直 尺
8	端面倾角(mm)	按设计要求	每个端钢壳	全站仪

注:测点原则沿 GINA 止水带安装轴线不大于 2m 一个点。

4 管节不得有线漏和滴漏。平均渗漏量应满足设计或施工规范要求,当超过允许范围时,应按设计防水要求进行处理。

检查数量:逐节全数检查。

检验方法:坞内放水后进行检漏试验。

一般项目

5 混凝土管节的外观质量不应有一般缺陷,防水层结构应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察,混凝土密实,不允许有蜂窝、麻面、空洞等。

6 管节制作几何尺寸检验标准应符合表 7.5.2-2 的规定。

表 7.5.2-2 管节制作几何尺寸检验标准

序号	检验项目	允许偏差或允许值 (mm)	检查数量		检验方法
			范围	数量	
1	管节外包宽度	±10	每节	4 个 截面	钢尺、全站仪
2	管节外包高度	±5			钢尺、全站仪
3	顶、底板厚度	0~ -5			钢尺、全站仪
4	外、内墙厚度	0~ -10			钢尺、全站仪
5	管节内净高度	0~10			钢尺、全站仪
6	管节内净宽度	0~10			钢尺、全站仪
7	墙身平整度	10			2m 靠尺量
8	墙身垂直度	10			2m 靠尺量
9	管节长度	±30	每段	8 点	全站仪或 钢尺量

检查数量和检验方法:按表 7.5.2-2 的规定检验。

7 保护层厚度符合设计要求。

检查数量:抽取每个施工段的侧墙、顶板进行检测,在每个抽取的构件上对 6 根外侧钢筋的保护层厚度进行检测,每根钢筋在有代表性的部位检测 3 点,不同部位混凝土的钢筋保护层厚度单个测点的偏差控制在 0mm~+10mm 范围内。

检验方法:按现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152 的规定进行,可根据结构保护层的厚度选择合适的检测方法。

7.5.3 预埋件的质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 预埋件检验标准应符合表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 预埋件检验标准

序号	检验项目	允许偏差 或允许值	检查数量		检验方法
			范围	点数	
1	预埋件中心 线位置(mm)	±10	每件	1	全站仪或钢尺量
2	预留孔(洞) 中心位移(mm)	±10	每件	1	全站仪或钢尺量

注:检查中心线位置时,应沿纵、横两个方向测量,并取其中的较大值。

2 钢结构加工焊接及焊条必须符合设计或施工规范要求。

一般项目

3 预埋件的外观质量不应有一般缺陷。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

8 基槽开挖与回填覆盖

8.1 一般规定

- 8.1.1 基槽开挖施工前应进行现场调查,核实工程地质、水文条件和周边环境情况,以及江(河、湖、海)堤岸、闸门、围堰、管线、周边建(构)筑物、水下障碍物及其他设施的详细资料。
- 8.1.2 应根据航道宽度、深度、水流、通航船舶密度等资料编制水上交通疏解、警戒或封航专项方案并报航道管理主管部门审批。
- 8.1.3 水上作业应申请办理水上施工许可证,并应与海事、航道、海洋、渔业、水利、港口等管理部门及航运、码头等相关单位沟通协商。
- 8.1.4 基槽开挖施工前应编制专项施工方案并通过评审。
- 8.1.5 应根据隧址工程地质、水文资料、河床与隧道纵横断面设计文件、生态资料等确定合理的基槽断面和开挖形式,选择可靠的开挖设备。
- 8.1.6 基槽开挖过程中应对基槽开挖形成的边坡、基底冲刷和回淤进行全程监测,根据监测结果调整施工方案。
- 8.1.7 基槽边坡顶部严禁堆载。
- 8.1.8 土质基槽底面以上 2m 至河床顶面为粗挖部分,剩余部分为精挖部分。
- 8.1.9 基槽开挖过程中,应对地质情况与勘察报告复核。
- 8.1.10 根据工程设计、施工方法、工程水文地质条件,应对临近建(构)筑物、管线等采取保护措施。
- 8.1.11 应对基槽影响范围内管线、建(构)筑物等进行监控测量。
- 8.1.12 施工人员、设备、装置应满足施工要求。
- 8.1.13 爆破施工应符合国家现行标准《爆破安全规程》GB 6722 及《水运工程爆破技术规范》JTS 204 等的有关规定,编制专项爆

破施工方案。专项爆破施工方案应经公安、港口等管理部门批准。

8.2 船机选择

8.2.1 应综合下列因素对基槽开挖船机及配套设备选型：

- 1 岩土的性质、类别和有关技术指标；
- 2 施工区及航道的水深、流速、流向和风浪等自然条件；
- 3 工期、工程量大小、土岩层厚度、开挖范围、开挖深度、排泥区位置、凿岩器具等施工要求；
- 4 施工区通航、环保的要求和其他环境条件；
- 5 设备供应情况；
- 6 基槽开挖泥土的处置方式、运距和卸泥区水深等情况。

8.2.2 挖泥船机选择应符合现行行业标准《疏浚与吹填工程施工规范》JTS 207 的有关规定。

8.2.3 水下钻孔爆破船机选择应符合现行行业标准《水运工程爆破技术规范》JTS 204 的有关规定。

8.2.4 回填覆盖可根据回填材料种类、水文、气象条件等采用开底驳、挖掘机或装载机配合的驳船、皮带船等。

8.3 水下开挖

8.3.1 基槽开挖专项方案应包括下列主要内容：

- 1 水下挖泥施工方案：
 - 1) 工程地质、水文、气象、航道、航运、环境等条件；
 - 2) 施工布置原则及顺序；
 - 3) 施工工艺流程；
 - 4) 施工船机与辅助施工设备；
 - 5) 挖泥方法及质量控制措施；
 - 6) 泥土处置方案及环保部门许可卸泥区；
 - 7) 施工组织计划；
 - 8) 清淤方案、回淤检测与监测方法；

- 9) 施工期间的航道交通组织方案；
 - 10) 安全、环保措施与应急方案。
- 2 水下凿岩施工方案：
 - 1) 凿岩工法选用目的；
 - 2) 地质条件、周围环境；
 - 3) 凿岩施工原则、试凿区域、施工方法及顺序；
 - 4) 凿岩施工方法(施工流程、抛锚移船、测量定位、凿岩参数)；
 - 5) 凿岩工效分析, 凿岩质量控制措施；
 - 6) 岩土处置方案及环保部门许可卸土区；
 - 7) 检测与监测方法；
 - 8) 安全、环保措施与应急方案。
 - 3 水下爆破施工方案：
 - 1) 工程地质、水文、气象、环境等条件；
 - 2) 施工区划分、施工顺序等；
 - 3) 施工设备；
 - 4) 施工流程、爆破参数等；
 - 5) 礁石处置方案及环保部门许可卸石区；
 - 6) 检测与监测方法；
 - 7) 安全、环保措施与应急方案。
- 8.3.2 水下开挖应符合下列原则：
- 1 整个施工区域宜分块、分层组织施工；
 - 2 开挖应满足总进度计划要求；
 - 3 靠近江(河、湖、海)岸应防护后施工；
 - 4 按照图纸要求控制基槽槽底标高和宽度, 并对基槽施工期间的回淤进行清理；
 - 5 应减少对周边建(构)筑物、船舶的影响并采取必要措施。
- 8.3.3 水下开挖应符合下列规定：
- 1 施工前宜选择合适区域进行试挖试验, 以获取各种施工参数。
 - 2 挖泥施工应符合下列规定：

- 1) 施工前应对施工区进行江(河、湖、海)床测量;
 - 2) 施工时宜根据施工区的平面形状分段、分条、分层、顺水流施工;
 - 3) 应采用 GPS-RTK 定位系统及电子图形显示系统进行挖泥船实时平面定位,符合设计开挖平面精度要求;
 - 4) 施工过程中应采用测深仪或测深水铈校核挖泥标高,控制挖深。
- 3 水下凿岩应符合下列规定:
- 1) 应结合勘察报告与水深测量确定需要凿岩作业的范围;
 - 2) 宜采用顺水流布设凿岩船,对施工区域划分具体船位,进行分段、分条、分层施工;
 - 3) 凿岩船对分块区域凿击完成以后,应安排抓斗船配备驳船清礁、运输,宜按挖宽进行分条清礁;
 - 4) 应根据清礁效果及水深检测结果调整凿岩船凿岩参数(包括调整凿岩棒类型及凿击点孔网参数);
 - 5) 凿岩应按照凿岩布点间距开凿;
 - 6) 应根据凿岩棒的形状、岩质等调整条与条之间和前进步长之间的搭接距离;
 - 7) 应采用硬扫床或多波束检测已施工区域的水深情况。
- 4 水下爆破应符合下列规定:
- 1) 爆破前宜采用水下声呐技术掌握水下地形、地貌及其他情况;
 - 2) 水下爆破应根据江(河、湖、海)段水流流速、流向、水深、岩性、拟炸岩层厚度及周边环境,选择爆破工艺,确定爆破参数;
 - 3) 爆破时应沿基槽纵向分段组织爆破,每段施工时宜采用适宜宽度分条、分层爆破;
 - 4) 钻机船宜采用 GPS-RTK 定位技术,且实测孔位与设计孔位点的平面偏差宜控制在 0.2m 以内;

5) 浅点清除、大块石的二次爆破等可采用水下裸露爆破。

5 水下清礁应符合下列规定：

1) 清礁应按宽度分条进行；

2) 清礁完成后，应安排船舶进行硬扫床或多波束检测。

8.4 基槽清淤

8.4.1 垫层施工前及管节沉放之前，应检查基槽底有无回淤，基槽底回淤沉积物重度大于 11.0kN/m^3 且厚度大于 0.3m 时需要清淤，清淤宜分层实施。

8.4.2 基槽清淤应根据淤泥工程量、流动特点、周边情况等因素匹配相应的清淤设备。

8.4.3 应编制专项清淤方案并在实施前进行技术交底。

8.5 回填覆盖

8.5.1 管节回填及覆盖可分为锁定回填、一般回填、覆盖回填。回填应符合两侧对称、纵向分段、断面分层原则，按顺序进行并满足设计要求。

8.5.2 回填材料品种与质量应满足设计要求，不应含对隧道防水性能产生危害的材料，并进行相关的测试和取样。

8.5.3 锁定回填应符合下列规定：

1 管节对接完成后必须按设计要求进行管节内加载，直至达到设计抗浮系数要求，管节精调且管内控制测量完成后，先铺法时应立即锁定回填，后填法则应立即在管节尾部两侧进行锁定回填，待垫层施工完成后，全面锁定回填；

2 锁定回填应对称、均匀沿管节两侧分层进行，回填范围、厚度等均应满足设计要求；

3 锁定回填的坡脚位置应结合基础处理形式在纵向上给下一沉放管节端部留有足够的安全距离；

4 应配置专用工程船舶进行深水水域的回填施工，抛填应采

取对隧道结构外防水体系影响较小的工艺。

8.5.4 一般回填应符合下列规定：

1 一般回填应对称、均匀沿隧道两侧和管节方向分层、分段进行，回填范围、厚度、坡度等均应满足设计要求，施工过程中两侧回填高差不应超过设计要求；

2 一般回填的坡脚位置在纵向上应给下一沉放管节端部留有足够安全距离，安全距离宜为管节长度的 1/3，且不少于 20m。

8.5.5 覆盖回填应符合下列规定：

1 回填材料、回填厚度应符合设计要求；

2 回填材料应分层、分段铺设，回填范围、厚度、坡度、顶面高程等均应满足设计要求；

3 应根据设计要求、施工能力、潮位和波浪影响确定施工工艺；

4 覆盖回填完毕后，应采用多波束探测声呐对覆盖层区域至少 10m 外的范围进行探测。

8.6 检验标准

8.6.1 基槽成槽质量检验应符合表 8.6.1 的规定。

主控项目

表 8.6.1 基槽开挖相关检测项目及标准

序号	检测项目	允许偏差 (mm)	备注	频次	检测方法	检测设备
1	轴线	±500	分段开挖、 分段量测	多波束声 呐系统探 测、密度检 测仪检测； 每 5m~10m 一个测试 断面，每 2m~5m 一个测点	高精度 水深测量	GPS-RTK 系统 全站仪 双频测深仪 潮位观测仪 多波束水下 测量系统 水下声呐扫测 设备
2	边坡坡度	不陡于 设计	阶梯式 开挖			
3	槽底宽度	0,+2500	分段开挖、 分段量测			
4	槽底标高	-500,+0	不允许 有浅点			

注：表中“+”表示向上或向外，“-”表示向下或向内。

8.6.2 基槽回淤检测及清除应符合表 8.6.2 的规定。

主控项目

表 8.6.2 回淤检测及清除标准

序号	检测时机	淤泥清除标准	检测频率	检测方法
1	基槽精挖后块石夯平前	隧道基槽底含水率 $<150\%$ 或者密度 $>1.26\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚 $>10\text{cm}$	块石夯平前 7d 测一次	采用双频测深仪、淤泥密度仪进行测试或潜水员探摸、取样
2	块石夯平后碎石整平前	密度 $>1.26\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚超过 10cm ，或者密度 $>1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚 $>10\text{cm}$	碎石整平前 15d、7d 各一次	
3	碎石整平后管节沉放前	密度 $>1.26\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚超过 4cm ，或者密度 $>1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚超过 10cm	管节沉放前每 2d~5d 一次	
4	垫层施工前及管节沉放前	密度 $>1.1\text{g}/\text{cm}^3$ 的回淤沉积物厚超过 30cm	管节沉放前每 2d~5d 一次	

8.6.3 管节回填覆盖应符合下列规定：

- 1 回填覆盖断面平均轮廓线不小于设计断面且满足通航要求；
- 2 回填断面平均坡度不小于设计坡度；

3 回填覆盖检验应符合表 8.6.3 的规定。

一般项目

表 8.6.3 回填覆盖层检测项目及标准

序号	材 料		允许偏差 (mm)	检测频次、方法 与设备
1	覆盖层顶轮廓线 (或外边线)标高	10kg~100kg 块石	±400	同表 8.6.1
2		100kg~200kg 块石	±500	
3		300kg~500kg 块石	±700	
4	一般回填顶轮廓线 (或外边线)标高	10kg~100kg 块石	±400	
5		碎石	±300	
6		砂砾	±100	

注:1 表中负值为向下或向内。

- 2 当采用 5kg~300kg 开山石代替 10kg~100kg 块石时,允许偏差为 ±500mm。
- 3 两侧锁定回填高差不大于 1m,锁定回填与一般回填石料不得侵入一般回填层。
- 4 覆盖层顶宽不小于设计宽度,护面层坡度不陡于设计坡度。

9 管节地基与基础垫层施工

9.1 一般规定

9.1.1 应根据工程地质,障碍物情况,隧道宽度,地基与基础垫层设计,通航能力和通航情况,水文、气象条件,工程进度要求等选择地基与基础垫层施工方法,确定施工参数、施工设备、施工工艺,合理确定与其他施工工序的衔接,减少对环境的污染。

9.1.2 应根据沉管隧道设计、地质条件、基础类型、回淤程度、基础施工方法等确定基础垫层预留沉降值。没有类似经验时,应通过模型试验或现场施工试验确定。

9.1.3 施工中当发现地质情况与地质勘察报告不符时,应及时协商后办理设计变更。

9.2 天然地基

9.2.1 应减少对基底土层的扰动,按照管节沉放安装计划安排基槽精挖施工。

9.2.2 干作业段的基槽底部应注意排水,基底土层不得受水浸泡。

9.3 人工地基与桩基础

9.3.1 应根据地质条件,地基设计,水文、气象条件,周围环境等因素选择合适的施工设备和施工工艺,编制专项施工方案。正式施工前,宜进行工艺性试验。

9.3.2 排水固结地基施工应符合下列规定:

1 竖向排水体、排水垫层、堆载材料规格和质量应满足设计要求;

2 根据具体的施工工序和工法调整竖向排水体布置时,施工范围不得小于设计给定的范围,排水体数量间距相对均匀且不应小于设计值;

3 排水垫层断面平均轮廓线不得小于设计断面,平均厚度不应小于设计厚度;

4 堆载料覆盖范围不得小于设计要求范围,堆载满载验收时标高不应小于设计标高;

5 应根据设计要求、施工能力、潮位和波浪影响确定抛填堆载料分层和分段施工顺序,并应根据水深、水流和波浪等自然条件对堆载料产生漂流的影响确定施工船舶的驻位;

6 应根据施工监测等评估预压效果和卸载时间。

9.3.3 换填地基施工应符合下列规定:

1 应按照设计边坡坡率开挖,开挖至设计深度时应检查地质条件是否与设计要求相符;

2 换填地基施工应在基槽开挖到位后尽快实施,各工序合理衔接,流水作业,尽量缩短间隔时间;

3 换填材料应满足设计要求及现行相关标准,并按现行标准检验;

4 换填地基应根据设计要求、施工能力、潮位和波浪影响确定分层和分段施工顺序,并应根据水深、水流和波浪等对换填材料产生漂流的影响确定施工船舶的驻位;

5 换填地基夯平应分层、分段实施,每层夯平后的厚度不宜大于 2m,分段夯平的搭接长度不应小于 1m;

6 大面积水下夯平前宜按夯平层所处不同地层及水深条件分别开展典型施工试验,分段确定夯平的技术要求指标;

7 分层施工的换填地基上下层接触面间回淤沉积物厚度不应大于设计要求;

8 换填施工过程中应加强施工边坡稳定性监测。

9.3.4 砂桩、碎石桩复合地基施工应符合下列规定:

- 1 地质条件复杂的工程,正式施工前应进行试桩;
 - 2 宜由外侧向内侧施工;
 - 3 根据具体的施工工序和工法调整桩位布置时,复合地基的施工范围不得小于设计给定的范围,置换率不小于设计值且桩间距相对均匀;
 - 4 应采取措施保证砂桩、碎石桩的直径、垂直度、桩顶桩底标高、桩身密实度等;
 - 5 应将隆起部分清除。
- 9.3.5** 预制桩施工应符合下列规定:
- 1 打桩前应制订合理的施打顺序和技术措施,应分段跳打,对称施工;
 - 2 锤击沉桩时,锤型应根据地质、桩身结构强度、桩的承载力和锤的性能选择,并结合施工经验或试桩确定;
 - 3 基槽开挖完毕后,应根据地质、坡度、水流、基槽深度及施工要求等情况,间歇一定时间后沉桩;
 - 4 应采取措施减少外露长度,并及时截桩;
 - 5 沉桩过程中应观测岸坡及邻近建(构)筑物的位移和沉降;
 - 6 预制桩顶与管节底板的接触构造施工应满足设计要求。
- 9.3.6** 复合地基施工除应符合上述规定外,尚应符合国家现行标准《复合地基技术规范》GB/T 50783 和《水运工程质量检验标准》JTS 257 的强制性规定。
- 9.3.7** 桩基施工除应符合上述规定外,尚应符合现行行业标准《港口工程桩基规范》JTS 167—4 和《水运工程质量检验标准》JTS 257 的有关规定。

9.4 基础垫层

9.4.1 垫层施工前基槽底回淤沉积物厚度应满足设计要求,否则应清淤至满足设计要求。清淤后应尽早施工基础垫层。

9.4.2 后填法施工工艺流程宜按图 9.4.2 执行。

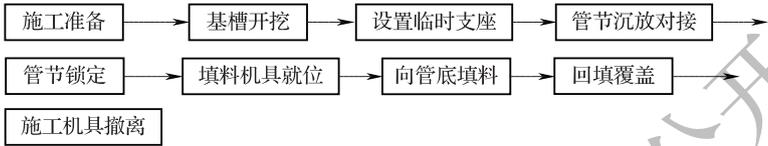


图 9.4.2 后填法施工工艺流程

9.4.3 后填法施工时临时支座应满足承载力和沉降要求。

9.4.4 喷砂法施工应符合下列规定：

- 1 喷砂前应利用喷砂设备逆向作业系统清淤；
- 2 砂料粒径与级配应满足设计要求并利于施工；
- 3 混合料含砂量、喷射压力应通过试验确定；
- 4 应根据吸管回水含砂情况检验管节下充填程度。

9.4.5 砂流法施工应符合下列规定：

- 1 在管节预制时预留砂流孔，并不得出现渗漏；
- 2 在管节沉放之前，应检查砂流孔，其应良好；
- 3 应根据试验确定材料粒径与配合比、压力；
- 4 纵向灌砂应按先中间后两侧顺序对称进行；
- 5 可根据压砂量、砂流压力、管节标高、潜水探摸等方法监控砂积盘形成情况；

6 冲击坑、砂流槽、压砂孔采用灌浆充填时，注浆压力、浆料均应满足设计要求或根据试验确定；

7 施工过程中应监测管节上抬量和横向水平偏移值、千斤顶顶力，并应满足设计要求。

9.4.6 压浆法施工应符合下列规定：

- 1 在管节预制时预留压浆孔，并不得出现渗漏；
- 2 在管节沉放之前，应检查灌浆孔，灌浆孔应良好；
- 3 压浆前应在管节周边采取止浆措施；
- 4 压注材料粒径与配合比、灌注压力应满足设计要求或根据试验确定；

5 注浆前，应先压水清孔，压通后再进行压浆；

6 注浆过程中应对沉管监测管节上抬量和横向水平偏移值，并满足设计要求；

7 注浆宜从管节下坡向上坡方向逐孔交错进行；

8 应根据注浆压力、注浆量、竖向千斤顶压力等控制灌浆充填程度，采用冲击影像法、表面波探测或探地雷达等手段检测灌浆充填率。

9.4.7 利用导轨刮平垫层的先铺法施工工艺流程宜按图 9.4.7 执行。



图 9.4.7 利用导轨刮平垫层的先铺法施工工艺流程

9.4.8 先铺法施工采用的铺垫材料应满足设计要求。

9.4.9 先铺法采用导轨刮铺时宜分粗平和精平两阶段进行，精平层厚度不宜超过 40mm。精平前应对导轨标高进行复测。

9.5 检验标准

9.5.1 沉管隧道垫层检验应符合下列规定。

主控项目

1 先铺法垫层检验标准应符合表 9.5.1-1 的规定。

表 9.5.1-1 先铺法垫层检验标准

序号	检查项目	允许偏差	频率	检测设备
1	垫层顶部标高	±4cm	断面间隔 不大于 10m	测深仪
2	垫层两侧顶边 线平面偏差	-20cm~100cm		
3	垫层宽度	不小于设计宽度		
4	桩位	2cm	全部	检查施工记录
5	桩顶标高	-5cm~3cm	全部	

2 后填法临时支座检验标准应符合表 9.5.1-2 的规定。

表 9.5.1-2 临时支座检验标准

序号	量测项目	允许偏差(mm)	检查数量	检测设备
1	支座顶面标高	±20	全数检查	水准仪
2	支座横纵向定位精度	±50	全数检查	全站仪
3	支座倾斜度	<1/125	全数检查	测倾仪

9.5.2 地基与基础其他项目检验应按现行行业标准《水运工程质量检验标准》JTS 257 的有关规定执行。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

10 管节安装

10.1 一般规定

10.1.1 管节安装可分为舾装、浮运、寄放、沉放与对接,其中浮运、沉放与对接应分别编制专项施工方案和监测方案并经过评审。

10.1.2 应根据航道宽度、深度、水流、通航船舶密度等资料编制水上交通疏解、警戒或封航专项方案并报航道管理主管部门审批。

I 浮运

10.1.3 管节浮运前应收集相关水域水文及气象等基础资料,应对潮位、水深、水流速度、水容重、悬浮指数、风速等进行监测与计算。

10.1.4 管节浮运前,应核对航道沿线水下地形、地质资料和水文资料,浮运路线上不应有损害管节的障碍物。

10.1.5 管节出坞、浮运应根据隧址处工程、水文地质条件,水文条件,水下地形,气象,航道,管节结构和环境保护等条件,合理选择浮运船机和作业设备。

10.1.6 浮运前应进行管节的稳定性验算,满足竖向力平衡和力矩平衡两个条件。

10.1.7 管节浮运前干舷值应在 100mm~250mm 间取值。

10.1.8 应根据管节浮运需要克服的惯性力和水阻力,计算确定拖曳设备数量及功率配置。

10.1.9 浮运航道水深应符合下列规定:

1 管节浮运航道控制水深(设计最低通航水位) \geq 管节高度-干舷高度+安全距离;

2 采用移动干坞预制管节时,移动干坞浮运航道控制水深(设计最低通航水位) \geq 移动干坞浮运管节最大吃水深度+安全距离;

3 采用移动干坞预制管节时,下潜港池控制水深 \geq 管节高

度=干舷高度+管船距离+型身高度+安全距离；

4 管节浮运过程中底板与河床安全距离不应小于 0.5m；

5 管节浮运航道及下潜港池水深不满足上述要求或航道宽度不满足要求时，应按现行行业标准《疏浚与吹填工程施工规范》JTS 207 的有关规定执行，完成浮运航道疏浚作业。

10.1.10 管节起浮前应对管节内部及外部的各项设施进行检查，及时排除故障。

10.1.11 管节浮运前必须对浮运航道进行水深测量，硬底基础尚应进行硬扫床或多波束检查。

10.1.12 管节浮运、系泊前应进行稳定性及系缆系统受力计算和整体数模分析，必要时可开展物模试验，进行数据校核。

10.1.13 浮运阶段宜满足下列条件：

1 水流平均流速不大于 1.0m/s；

2 水面风速不大于 10m/s；

3 浪高小于 0.5m。

10.1.14 浮运阶段不满足第 10.1.13 条的条件时，宜做专题研究。

II 寄 放

10.1.15 管节寄放区应符合下列规定：

1 宜选择水深足够、风浪小、水流缓的非通航水域；

2 应布置可靠的系泊系统。

III 沉 放 对 接

10.1.16 管节沉放对接可分为管节浮运就位、管节下沉、千斤顶拉合、水力压接四个工序。

10.1.17 管节沉放宜满足表 10.1.17 的要求。

表 10.1.17 管节沉放时的自然条件要求

项目	风速	水密度	浪高	流速	能见度
要求	≤10m/s	按设计要求	≤0.5m	≤1.0m/s	≥1000m

10.1.18 自然条件不满足第 10.1.17 条的条件时,应做专题研究并制订特定技术措施。

10.1.19 沉放前,应对管节基础标高及支座平面位置与标高进行复测,采用先铺法时应清除基槽碎石基础顶面淤泥。

10.1.20 沉放前,应清除 GINA 止水带四周及对接端端面上的杂物,并探摸检查 GINA 止水带,应稳固、无偏位、无破损。

10.1.21 管节沉放前应对管节内部的各项设施进行检查,及时排除故障。

10.1.22 管节沉放过程中压载水箱加载宜分次进行:

- 1 管节下沉阶段,抗浮系数不小于 1.01;
- 2 水力压接之后水密门开启前,抗浮系数不小于 1.02;
- 3 稳定压载阶段,抗浮系数不小于 1.05。

10.1.23 管节沉放后对接前应再次对止水带、端钢壳、导向装置等进行检查。

10.2 舾 装

10.2.1 管节舾装应符合下列规定:

1 在管节试漏、起浮前完成管节的一次舾装,主要包括:端封墙及水密门、GINA 止水带及保护装置、鼻托、压载系统和系缆柱及管节各种舾装的预埋件、照明及供电系统等;

2 在管节起浮后、沉放前进行管节的二次舾装,主要包括:测量塔、人孔井、水平拉合座、吊点、纵横向调节系统和浮箱等。

10.2.2 GINA 止水带安装应符合下列规定:

1 止水带安装前应将槽孔处清理干净,安装后止水带应牢固、平整、严密,位置误差应满足精度要求;

2 应制作止水带橡胶保护套或木盒且使用吊带;

3 止水带起吊前应对起吊设备进行试车与安全检查;

4 GINA 止水带安装在管节端面端钢壳上,应通过螺栓压板夹紧其两侧翼缘进行固定,螺栓初拧、终拧扭矩应符合设计要求。

10.3 浮运前准备工作

10.3.1 应对舾装设施进行下列检查工作：

- 1 沉放的吊点、系缆柱、滑轮、缆绳；
- 2 管节两端端面、接头支座、GINA 止水带和保护罩应完好；
- 3 人孔密封无渗漏；
- 4 测量塔架牢固，测量标志可靠，绞车操纵系统正常；
- 5 管节内无渗漏，两端端封墙、进气阀门、泄水孔及开关应完好；
- 6 压载水箱、调节阀及水泵应完好，照明和通风管应设置到位；
- 7 管节内换气设施应完好；
- 8 临时支承千斤顶系统调试完毕。

10.3.2 管节起浮前应对主体结构混凝土、端封墙、压载水箱等部位进行水密性检漏，检漏结果应符合设计要求，如发现渗漏，应立即采取有效封堵止水措施。

10.3.3 管节检漏应符合下列规定：

- 1 检漏作业应于浮运前在干坞内进行，检漏过程中管节不得起浮；
- 2 检漏应分步，每一步静止浸水时间不宜少于 24h；
- 3 检漏水位最终淹没管节顶面高度不宜小于 0.5m。

10.3.4 应在干坞内进行试浮，测量管节干舷高度，并应根据管节顶部舾装设备重量及二次舾装后干舷值要求制定防锚层或压重层浇筑高度，防锚层或压重层浇筑应分块对称施工。

10.3.5 拖运船队施工前应做下列准备工作：

- 1 浮运船组与管节连接系缆应可靠；
- 2 浮运管节指挥协调系统应可靠；
- 3 水上安全船舶和交通艇的检查；
- 4 浮运、沉放施工与航运安全管理部门协调配合工作就绪。

10.3.6 浮运船队编组应符合下列规定：

- 1 牵引就位，严密监视管节的干舷高度，确定是否需要助浮以便及时采用助浮设备；
- 2 浮运航行的安全措施应落实；
- 3 沉放驳船各项设备的检查调试完好；
- 4 各项施工人员分工齐备，关键部位设岗值班；
- 5 编组船舶通信联络正常；
- 6 调整定位船组与管节方位的绞车缆索连接可靠，各种锚位受力安全。

10.3.7 浮运前应在施工区域设置浮标记号，并做好交通安全疏导工作。

10.4 浮 运

10.4.1 管节浮运方式应根据干坞形式、航道条件、浮运距离、水文和气象等因素综合选定。

10.4.2 在管节检漏起浮后，宜在干坞内进行短时间系泊，管节在系泊过程中各系泊缆应牢固可靠，各系泊缆长度应满足在潮水涨退过程中留有富余度。

10.4.3 测量塔上指挥系统设备应正常可靠，指挥讯号能通畅下达终端各部位，监测、测量手段齐全。

10.4.4 沉放管节的吊点液压绞车同步调试，缆索连接可靠。

10.4.5 管节起浮、浮运过程中，应对管节姿态进行实时监控。

10.4.6 管节浮运需要合理选择浮运航道和浮运水位，有条件时应利用高水位，浮运过程中管节底面距浮运航道底面的安全距离不应小于 0.5m。

10.4.7 管节浮运航道宽度及曲线半径宜符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139 的有关规定。复杂区段应通过专项研究确定。

10.4.8 浮运过程中 GINA 止水带宜在浮运前进方向的后方，并

设置防护罩。

10.4.9 管节浮运控制指标应满足表 10.4.9 的规定。

表 10.4.9 管节浮运控制指标

序号	项目	允许偏差	检查数量	测点	检测方法
1	横倾	绕其形心横向摆角 $<2^{\circ}$	逐管节检查	2	测斜仪
2	纵倾	纵向倾角 $<1^{\circ}$	逐管节检查	2	测斜仪
3	干舷高度	不小于 100mm, 不宜大于 250mm	管节 4 角点	4	直尺、水准仪
4	航行轨迹	浮运航道范围并满足设计规定	—	—	GPS

10.5 寄 放

10.5.1 管节浮运寄放前应按现行行业标准《疏浚与吹填工程施工规范》JTS 207 的规定执行,疏浚寄放区应满足管节系泊设计水深要求。

10.5.2 管节寄放可采用漂浮寄放或坐底寄放。

10.5.3 管节寄放宜采用四点系泊系统进行定位。

10.5.4 管节水流力应按现行行业标准《港口工程荷载规范》JTS 144—1 的规定计算。必要时,宜通过物模试验取得。

10.5.5 主、副锚缆(横调)破断负荷不应小于设计值并经检验。

10.5.6 系泊锚块宜采用吸附式钢筋混凝土结构重力锚块,应能抵抗横向水流作用力。

10.5.7 单个寄放管节应布设不少于 2 个重力锚块。

10.6 沉 放

10.6.1 管节沉放前应在作业水域设置标记,在航道范围内必须设置临时航标并进行航道管制。

10.6.2 管节沉放前应对基槽或基础垫层回淤情况、临时支承位置偏差进行检查,发现回淤或偏差超出规定,应采取措施修正。

10.6.3 管节沉放定位应符合下列规定：

1 管节浮运至对接位置水域后，应对管节进行安装轴线、平面位置、姿态定位；

2 管节定位宜使用 GPS-RTK 或全站仪进行精确定位，安装管节轴线与设计轴线应一致。

10.6.4 异型管节沉放过程中，应采取措施保证异型管节平衡。

10.6.5 管节应采用吊沉法下沉，具体沉放方式应根据江（河、湖、海）水域环境、管节结构、施工设备等因素综合确定。

10.6.6 管节下沉应符合下列规定：

1 下沉前，压载水箱加载至管节抗浮系数达到设计要求；

2 管节由船组沉放施工时，工作船起吊点上的钢索应满足计算要求；

3 沉放过程中，使用沉放装置控制下沉安装的速度；

4 管节下沉速度不宜大于 0.5m/min，下沉时应不断修正管节位置；

5 当管节底距基槽面 2m~2.5m 时，应停止沉放并利用沉放设备将管节纵向坡度调整到接近隧道设计坡度；

6 应利用调节缆初步调整对接误差，待沉管节的前端距已沉管节尾端的水平距离应为 2m~2.5m；

7 管节前端与已沉管节尾端相距 1.5m，管节底离基槽面 1m 时，潜水员应检查接头情况，并清除接头垃圾杂物；

8 应持续对管节的里程、轴线、标高进行观测。

10.6.7 后填法沉管施工时管节沉放除应符合第 10.6.6 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 管节着地过程中沉放的管节自由端临时支承应留预抬高 100mm；

2 沉放的管节对接端应搁置在已沉管节伸出的支座上，自由端应通过两个垂直临时支承千斤顶搁置到临时支座上，完成管节对接就位。

10.6.8 沉放过程宜综合使用检测仪器和方法:GPS-RTK、全站仪、声呐仪、测斜仪、倾角仪、流速仪、比重计、钢尺、水下摄像、压力传感器、潜水探摸等。

10.7 对 接

10.7.1 管节之间水下对接采用水力压接方式。

10.7.2 管节对接时自然条件宜满足表 10.1.17 的要求。

10.7.3 管节应下沉到指定深度后进行平移,平移速度不应大于 0.2m/min。

10.7.4 当管节向已沉管节靠拢后,由潜水员检查对接端端钢壳与已沉管节端钢壳相对位置。后填法沉管施工时,尚应检查自由端临时千斤顶在临时支座的位置。

10.7.5 后填法沉管施工,垂直千斤顶调整管节纵坡应符合下列规定:

1 垂直千斤顶顶力和行程应满足设计要求;

2 垂直千斤顶调整管节纵坡应实时监测垂直千斤顶的顶力变化和管节垂直位移。

10.7.6 管节下沉前,应拆除止水带保护罩,并应检查进排水口、鼻托、止水带及端钢壳。

10.7.7 管节对接拉合速度不应大于 70mm/min,平移至 GINA 止水带的鼻尖接触到已安管节的端钢壳为止。

10.7.8 千斤顶拉合应符合下列规定:

1 拉合前检查 GINA 止水带;

2 测量端钢壳间的距离并应符合要求;

3 拉合装置搭接后,测量拉合千斤顶行程;

4 拉合过程中,应检查压力传感器压力;

5 待沉管节上设置的拉合千斤顶将管节向已沉管节拉紧,使管节端部 GINA 止水带初步压缩并达到止水效果;

6 千斤顶拉合对 GINA 橡胶止水带压缩量不宜小于 20mm。

10.7.9 千斤顶拉合达到初步止水应复核测量数据,潜水员探摸检查确认达到要求后进行水力压接。

10.7.10 后填法沉管施工时应通过垂直千斤顶微调管节纵坡满足设计要求。

10.7.11 水力压接应符合下列规定:

- 1 压接过程控制排水速率;
- 2 结合腔内排水完成后,水下测量 GINA 止水带压缩量,并应满足设计要求,在结合腔内检查管节安装情况;
- 3 开启已沉管节端封墙上的水密门,在结合腔内检查管节安装定位情况;
- 4 开启安装管节对接端端封墙上的水密门,进行管节内的施工控制测量以及贯通测量。

10.7.12 管节水力压接结束后应进行下列工作:

- 1 根据实测的水底最大的水容重,加荷载水至管节抗浮安全系数;
- 2 后填法沉管施工时,缓缓放松浮箱上的吊力,使整个管节受力由前端鼻托(前端垂直千斤顶)和后端垂直千斤顶均衡支撑,加载开始到基础垫层处理工作结束期间,应实时检测垂直千斤顶的顶力变化,并保持垂直千斤顶受力均匀;
- 3 封闭人孔;
- 4 舾装件水下拆除。

10.7.13 管节对接完成后,后填法施工时由垂直调整装置临时支承管节,经检测、测量验收合格后,应立即实施后填法施工。

10.7.14 管节对接完成后应控制抗浮系数,满足设计要求,实施锁定回填。

10.7.15 管节沉放对接就位后应进行下列工作:

- 1 管节内临时供电、通风照明;
- 2 管节接头检查;
- 3 管节轴线、里程和高程测量,检测其在基槽内沉降及纵向

位移情况。

10.7.16 管节沉放就位且控制测量达到要求后,先进行锁定回填,后进行一般回填、覆盖回填。沉降稳定后进行管节间接头处理。

10.7.17 管节回填应满足设计要求。

10.7.18 压重层施工过程中应严格控制置换混凝土重量,做到对称、均匀、逐步推进浇筑,管节抗浮系数满足设计要求。

10.8 检验标准

10.8.1 管节对接前应进行潜水探摸检查,主要检查管节 GINA 止水带是否偏位、脱落、破损和端钢壳表面附着物是否满足对接要求。

10.8.2 管节初步对接止水后应潜水探摸检查,主要检查 GINA 止水带初步止水情况,检查应无异物并满足止水要求。

10.8.3 管节沉放对接的每管节允许偏差、检验数量和检验方法应符合表 10.8.3 的规定,在江(河、湖、海)中对接接头施工对应的累计闭合误差应在后续逐个管节施工中加以消除或减少,以保证管节全线吻合贯通。

表 10.8.3 管节沉放允许偏差、检验数量和方法

序号	实测项目		允许偏差(mm)	检验单元	检查频率	检验方法
1	对接 接头偏移	水平方向	20	每一节 管节(逐 节检查)	2点/节	全站仪测量
		垂直方向	20			
2	管节 轴线偏差	水平方向	50			
		垂直方向	50			

11 接头处理

11.1 一般规定

- 11.1.1 沉管隧道接头应满足设计要求。
- 11.1.2 沉管隧道接头处理包括管节接头和最终接头两部分。
- 11.1.3 止水带及安装止水带的压板、螺栓等应满足强度和耐久性要求。
- 11.1.4 应编制管节接头处理专项施工方案并经过审批。

11.2 管节接头

- 11.2.1 管节接头处理应符合下列规定：
 - 1 拆除端封墙、安装 OMEGA 止水带后应按规定试漏；
 - 2 根据设计要求确定的合理时机进行 PC 预应力拉索的连接安装、制配垂直剪力键；
 - 3 外侧墙及中隔墙采用钢筋混凝土剪力键时应安装刚性连接件和橡胶支座；
 - 4 钢结构垂直剪力键应安装位置准确且与橡胶支座良好接触；
 - 5 根据抗浮要求确定压载水箱拆除及压重混凝土浇注顺序；
 - 6 压重混凝土应同步制作管底水平剪力键。
- 11.2.2 端封墙拆除包括鼻托与端头挡墙拆除，拆除应符合下列规定：
 - 1 拆除时间应在管节基础与垫层全部完成且管节锁定的前提下进行；
 - 2 待拆封门迎水端不应少于三道端封墙；
 - 3 拆除顺序：先拆除封墙面板及加强材，再拆除型钢立柱；

4 端封墙拆除后应对预埋件表面做防腐处理；

5 拆除过程需对管节进行加密观测。

11.2.3 OMEGA 止水带安装应符合下列规定：

1 安装端面表面打磨：在压件试装配前，对端钢壳翼缘板指定区域用砂轮打平、磨光，转角角度要求与 OMEGA 止水带转角压件的折角相同；

2 清洁：接头内腔及端钢壳翼缘板应采用高压射流水枪进行冲洗，冲洗后的污水应及时排出，接头处的沉积淤泥、杂物清除后运出管外；

3 标记：在管节接头顶部及侧墙的安装区域应找出中点并作标记，各中点及转角位置标记为 OMEGA 止水带安装的控制点；

4 编号：在拆除前应对压板和对对应位置进行成对的统一编号；

5 热接：按照管节断面尺寸，将 OMEGA 止水带热接成框架安装；

6 检查：检查 OMEGA 止水带的完整性，OMEGA 止水带管节内安装面应平整；

7 安装：止水带末端口搭接按设计要求进行施工，在收紧压块螺母时，应保持各螺母均匀受力；

8 安装顺序：中孔顶中点—顶角位—侧墙中点—底角位—中孔底中点—OMEGA 止水带热接—控制点之间区域安装；

9 试漏：止水带安装完后应符合设计要求，安装后闭水试验除应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中第 10.2 节的规定外，尚应进行试压试验，并应符合下列规定：

1) 试压值应取沉管隧道底板底面处水深压力的 1.5 倍；

2) 保压时间不应小于 24h，水压不低于设计值的 95%。

11.2.4 PC 预应力拉索安装应符合下列规定：

- 1 每组拉索在安装时须按设计要求施加预张力调直钢索；
- 2 钢索均匀受力后方可与连接套筒连接；
- 3 应同时安装防腐蚀保护套,保护套应使用可伸缩波纹橡胶管,其耐老化性能应满足设计年限要求；
- 4 保护套安装后在拉索内注入防锈油脂。

11.2.5 剪力键安装应符合下列规定：

- 1 剪力键安装应在拆除端封墙后进行,后填法基础处理的剪力键尚应在垫层施工完成后进行安装；
- 2 水平剪力键应在管节两端压重混凝土浇注时制作；
- 3 剪力键及预埋件的尺寸、强度应满足接头变形及水密性要求；
- 4 剪力键安装时机应根据水文地质条件综合确定,应在沉降基本稳定后安装；
- 5 垂直剪力键施工应符合下列规定：
 - 1)钢筋混凝土剪力键上剪及中剪应在管节制作时一并完成,下剪应在现场立模浇注混凝土后安装橡胶支座；
 - 2)钢结构剪力键应在厂内加工制造,在管节内安装在预埋件上；
 - 3)剪力键及预埋件的尺寸、强度应满足接头变形及水密性要求。

11.2.6 压载水箱拆除及压重混凝土浇注应对称、均匀、逐步推进。

11.3 最终接头

11.3.1 应根据最终接头设计、接头位置、相关规范等选择最终接头施工工艺及流程,水中接头施工尚应考虑回淤等影响。

11.3.2 岸上最终接头施工应符合下列规定：

- 1 在最后一节管节底部施工止水帷幕,在管节侧边施工止推墙,止推墙应安全可靠；

2 清除施工缝和止水带上的表层浮浆和杂物,施工缝铺净浆、涂刷界面处理剂;

3 钢筋连接宜采用钢筋连接器;

4 混凝土宜增加微膨胀剂的掺入量。

11.3.3 水中最终接头施工应符合下列规定:

1 钢封板应满足在水压力下的强度和刚度,钢封板尺寸、螺栓孔位应考虑水压变形和施工误差等因素的影响,并根据两端相邻管节实际位置调整;

2 钢封板安装时应清理基槽、底封板顶面、相邻管节顶面等处的回淤物和杂物;

3 在最终接头两端面之间应布设可施加预应力的支撑梁;

4 应采取措施保证侧封板与底封板、顶封板之间的止水效果;

5 抽水前、抽水过程、抽水后均应对钢封板、止水带、螺栓做全面检查;

6 应通过混凝土配合比控制、优化施工工艺等措施保证最终接头顶板混凝土施工的质量;

7 最终接头混凝土或注浆施工时应防止将钢封板顶离相邻管节顶面。

11.3.4 抽水过程中应分别检查管节各接触面的止水情况,监测结构的纵向位移。

11.4 检验标准

11.4.1 剪力键加工、安装允许偏差应满足表 11.4.1 的要求。

表 11.4.1 剪力键加工、安装允许偏差

序号	项目	允许偏差(mm)	检验方法
1	剪力键平整度	±2	2m 靠尺和楔形塞尺
2	支承垫的高度	±2	全站仪测量
3	剪力键的安装	±2	全站仪测量

11.4.2 最终接头允许偏差应满足表 11.4.2 的要求。

表 11.4.2 最终接头允许偏差

序号	项目	允许偏差(mm)	检验方法
1	管节间纵轴线偏差	50	全站仪测量
2	管节间轴线处标高偏差	20	全站仪测量
3	管节间底板横倾相对偏差	5	全站仪测量

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

12 衔 接 段

12.1 一 般 规 定

12.1.1 衔接段隧道应根据设计文件、工程水文地质条件、工程特点确定施工方案。

12.1.2 衔接段隧道应在相邻沉管管节连接前施工完毕，并按设计及施工组织要求设置端封墙、水密门、鼻托、千斤顶拉合系统、测量定位系统等设施。

12.1.3 衔接段隧道基坑、混凝土结构、围堰、护岸等工程的施工与质量验收除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

12.2 护 岸 工 程

12.2.1 沉管隧道的基槽开挖、爆破对堤岸的稳定性有较大影响时应采取措施降低影响。

12.2.2 应根据设计文件及相关主管部门的要求复建、新建、改建护岸结构。护岸拆除与重建应符合下列规定：

- 1 应选择安全、经济、环保、扰动小的施工方法；
- 2 破除堤岸前，应进行预支护或加固处理；
- 3 恢复护岸应注意与原岸壁有效衔接，护岸结构应牢固。

12.2.3 应根据设计文件、沉管隧道施工组织及现场条件，制订临时护岸与永久护岸的施工方案。

12.3 围 堰 工 程

12.3.1 水中临时围堰应编制专项施工方案，必要时应对方案组织专家论证，并取得海事、港口、航道等主管部门的同意。

12.3.2 围堰工程应符合下列规定：

1 围堰堰体及坑底在最大洪水位、最低水位、抽水等情况下均应保持其稳定性，在围堰内抽干水后，围堰内的总渗水量应满足施工作业要求；

2 围堰的顶面高程应高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高）；

3 围堰的外形和尺寸应考虑减少对河道泄洪、通航、导流的影响，对河流断面被压缩后流速增大导致水流对围堰本身和河床的集中冲刷，应有防护措施；

4 围堰应便于施工、维护及拆除，材质及施工作业应符合河道水质、生态环境保护的要求，围堰拆除应清除遗留物，恢复至原航道水深并对水域进行硬式扫床。

12.3.3 模袋围堰应符合下列规定：

1 模袋尺寸、填筑量应根据围堰尺寸、吊装难易度、现场水文地质条件等合理选定；

2 模袋铺设时上下袋体应错缝铺设，堰体填筑宜预留沉降量和断面富余度；

3 模袋围堰内抽水应缓慢渐进，保证围堰稳定，并对围堰的水平位移及沉降进行监测；

4 模袋围堰迎水坡应有覆压土工膜等防冲刷措施，宜采用抛石压脚等稳固措施；

5 临时围堰拆除应满足经济、安全、环保的要求。

12.3.4 锁口钢管桩围堰应符合下列规定：

1 钢管桩正式施工前应进行槽段的试验施工，槽段开挖的垂直度、宽度、深度应满足钢管桩安装的要求；

2 锁口钢管桩加工制作应在专业工厂内进行，锁口与钢管桩焊接牢固，每根钢管桩的锁口孔应进行畅通试验，锁口应平顺、光滑、不易变形；

3 钢管桩吊装应位置准确、垂直，相邻钢管桩阴阳锁口相互

楔合,锁口渗漏水量符合有关规定;

4 钢管桩混凝土采用水下导管法灌注,水下混凝土浇筑应连续、不间断;

5 钢管桩应考虑尽量重复利用,水下切割及拔除应符合有关规定。

12.3.5 水下浇注素混凝土墙施工应符合下列规定:

1 浇筑前应对作业面进行清理;

2 水下混凝土应采用钢导管水下灌注法;

3 用于止水的素混凝土墙施工应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定,拆除时,应根据现场实际情况采用爆破或机械破碎。

12.3.6 水深 3.0m 以内、流速 1.5m/s 以内时,可采用土袋围堰。

12.3.7 竹笼、木笼、铅丝笼及钢笼围堰适合于水深 4.0m 以内的情况,各种笼体的制作应坚固。围堰的层数、高度宜根据水深、流速等因素确定,宽度宜为水深的 1.0 倍~1.5 倍。

12.4 衔接段隧道结构

12.4.1 衔接段隧道结构施工的深基坑、高支模等危险性较大工程,应按有关规定对其专项方案组织专家评审。

12.4.2 隧道桩基础、抗拔桩、抗浮锚杆、基坑支护桩、连续墙等工程施工及质量检验应执行国家现行标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 等的有关规定。

12.4.3 基坑土方开挖的顺序、方法应与设计图纸、专项施工方案一致。

12.4.4 隧道主体结构应按设计分施工段施工,每施工段可再进行施工分段。隧道结构宜采取纵向跳段法施工或设置后浇带。

12.4.5 隧道结构钢筋加工、连接、安装应符合现行国家标准《混

混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 等的规定,并应按混凝土结构耐久性设计的要求进行施工。

12.4.6 隧道结构的支架及模板工程应满足安全性、美观性的要求。支架及模板的拆除应符合有关拆模时间的规定。

12.4.7 隧道结构分次浇筑应符合下列规定:

1 隧道底板与立墙、立墙与顶板的混凝土浇筑时间间隔不宜大于 7d;

2 隧道立墙(含侧墙和中墙)的混凝土浇筑应水平分层、左右对称浇筑;

3 施工缝、变形缝等位置的混凝土应加强振捣,并保护好止水材料。

12.4.8 隧道结构施工时,对隧道侧墙温度裂缝应采取下列控制措施:

1 制订合适的施工技术方案,合理设置隧道施工分段长度,减少隧道底板、立墙、顶板的混凝土浇筑时间间隔;

2 严格控制混凝土原材料质量及配合比,加强振捣,提高混凝土本身的密实度及抗拉强度;

3 对大体积混凝土采取控制混凝土入模温度、埋设冷却管等措施,减少混凝土内外温差;

4 控制拆模时间,加强混凝土保温、保湿养护。

12.4.9 隧道结构防水工程的施工应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 和《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定。

12.4.10 隧道结构外防水层、保护层等完成后,在堤岸内侧的隧道应及时对称回填基坑,在堤岸位置应按设计进行永久护岸工程的施工。

12.4.11 护岸工程及首节衔接段隧道的端封墙(含水密门)完成后,应在临时围堰内注水进行衔接段隧道的渗漏试验,试验合格后方可拆除临时围堰。

12.5 检验标准

12.5.1 衔接段隧道结构竣工后,混凝土抗压强度和抗渗强度必须符合设计要求,无露筋、露石,裂缝应修补好。结构各部位允许偏差应符合表 12.5.1 的规定。

表 12.5.1 隧道结构各部位允许偏差值

序号	项目	允许偏差(mm)								检查方法
		垫层	底板	顶板 下表面	顶板 上表面	中墙	侧墙	变形缝	预留洞、 预埋件	
1	平面位置	30	20	—	—	10	10	—	±10	以线路中线为准用尺检查
2	垂直度	—	—	—	—	10	10	10	—	线垂加尺检查
3	直顺度	—	—	—	—	—	—	5	—	10m 拉线检查
4	平整度	15	15	10	15	10	10	—	—	用 2m 靠尺、塞尺量
5	高程	±20	±20	+200	+200	—	—	—	—	用水准仪测量
6	厚度	-15	-10, +20	±10		±10	-10, +20	—	—	用尺检查

13 监 测

13.0.1 开工前,应根据设计要求、施工环境、工期安排、施工方法等编制监测方案。

- 1 监测方案的内容应包括:组织机构、管理体系及监测项目、监测仪器、监测方法、测点布置、监测频率、数据处理、反馈方式等;
- 2 在监测环境恶劣时,应有应急监测方案;
- 3 监测计划应与施工进度计划相适应;
- 4 监测工作应由专业人员进行。

13.0.2 固定干坞的测量控制网点应根据设计总平面图和施工总布置图布设。

13.0.3 固定干坞监测应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497 的规定。

13.0.4 管节预制采用移动干坞时,移动干坞应设独立的测量控制网。

13.0.5 移动干坞在管节预制过程中的变形监测,应在管节预制的每工序之后不少于一次。

13.0.6 应对施工区域的气象、水文、生态环境监测。

13.0.7 应掌握施工区域回淤强度变化的资料,设定测量回淤的时机。

- 1 沉管的基槽与基础垫层回填时,宜在下道工序开始前 5d(含 5d)内测量前道工序完成面的回淤;

- 2 先铺法基础垫层施工中,对基础垫层的回淤测量宜在管节安装前 2d(含 2d)内进行;

- 3 后填法基础垫层施工中,宜在基础垫层施工前 2d(含 2d)内测量基础回淤。

13.0.8 管节寄放监测应符合下列规定：

1 管节寄放可分为坐底寄放和漂浮寄放：

- 1) 坐底寄放应量测寄放位置的尺寸与标高。管节寄放期间，应对管节进行位移监测，检查管节和锚定块是否有漂移、起浮现象，并对管节周围回淤进行检查。
- 2) 漂浮寄放应量测寄放区基槽的尺寸与底标高。管节寄放期间，检查管节和锚定块是否有漂移现象、管节的干舷是否满足设计要求。

2 检验方法：流速仪、测深仪；管节和锚定块用水准仪、全站仪进行观测；回淤采用声呐扫测、双频测深结合测深水砣进行。

13.0.9 管节在浮运、下沉、对接的移动过程中，对管节的姿态应进行不间断的监测。

13.0.10 管节压载置换的监测应符合下列规定：

1 置换过程应对管节的姿态进行监测。

- 1) 测点设置应符合下列规定：管节的四个角点必须设置测点，按需要在适当部位增设测点。
- 2) 方法应符合表 13.0.10 的规定。

表 13.0.10 管内压载混凝土换填过程管节姿态允许偏差、检查数量和方法

序号	项 目	允许偏差(mm)	测 点	检查数量
1	管 节	水平位移	四个角的 监测点	4
2		沉降		4

2 检测方法：全站仪、水准仪。

13.0.11 对沉管段及衔接段的监测应不间断地进行，并及时将监测结果反馈给相关单位。

- 1 对沉管段及衔接段的监测应以既定的监测频率进行监测；
- 2 在锁定回填的全过程中，对管节姿态应进行实时监测；
- 3 在一般回填及覆盖回填的各施工阶段，对管节在工序前后进行监测；
- 4 应在管节混凝土压载置换的每道施工工序前后进行监测。

13.0.12 管节之间的结合部及管节与衔接段接合部的监测,应与管节监测同时进行。监测内容包括接合部两侧的相对位移变化、接合部止水带压缩量和止水带的变形。

13.0.13 监测信息应及时分析、处理、反馈,以确认或修正设计参数或施工方法。宜利用计算机实现量测数据采集实时化、数据处理自动化、数据输出标准化。

13.0.14 竣工文件应包括下列监测资料:

- 1 监测方案及对监控量测方案的补充、变更;
- 2 现场测点布置图及现场监测的说明;
- 3 按工程的监测要求,对工程的各分部分项、各阶段监测成果和监测的总结报告;
- 4 根据监测结果进行的设计及施工变更结果的反馈记录;
- 5 运营监测点应在施工期间埋设,运营期间沿用施工期间监测点时,竣工时应将施工监测资料一并移交给建设方指定的接收部门。

14 安全与环境保护

14.1 一般规定

14.1.1 沉管隧道施工应编制安全与环境保护专项方案。专项方案应包括下列内容：

- 1 工程概况、工程特点及自然条件；
- 2 编制依据、包含总工期和关键节点、施工阶段划分、管节预制、浮运沉放周期、主要船机设备、总体施工流程、主要施工工艺等的施工计划安排；
- 3 安全与环境保护专项方案方针、目标及指标；
- 4 安全组织保障；
- 5 管节舾装、基床铺设、管节出坞、管节浮运、管节系泊、管节沉放对接、管顶舾装件拆除、沉管回填、沉管最终接头等工艺流程危险源分析及相应解决措施，对关键的工序或环节应进行专项施工风险评估；
- 6 通用安全技术措施、专项安全技术措施、各工序安全技术措施等安全技术措施；
- 7 包括事故类型和危害程度分析、应急处置基本原则、组织机构及职责、预防与预警、信息报告程序、应急处置等内容的应急预案；
- 8 包括专职安全生产管理人员配置的劳动力计划；
- 9 管节浮运计算书。

14.1.2 作业前应对施工人员进行安全与环保技术交底。

14.1.3 管节内作业场所必须配备照明、通风、通信设备。

14.1.4 严禁水上水下作业人员靠近带劲缆绳。

14.2 安全技术措施

14.2.1 船舶电气作业应符合下列规定：

1 船舶保护接地应符合下列规定：

- 1) 电气设备的金属外壳均须进行保护接地；
- 2) 保护接地接触面应光洁平贴，直流接触电阻不应大于 0.02Ω ；
- 3) 电缆的所有金属护套或金属覆层应做连续的电气连接，并可靠接地；
- 4) 接地导体应采用铜或耐腐蚀的良导体制成，接地导体的截面积须符合船舶建造检验规范规定的要求。

2 船舶工作接地应符合下列规定：

- 1) 工作接地与保护接地不应共用接地装置；
- 2) 工作接地应接到船体永久结构或船体永久连接的基座或支架上；
- 3) 接地点位置应选择在便于检修、维护、不易受到机械损伤和油水浸渍的地方，且不应固定在船壳板上；
- 4) 平时不载流的工作接地线截面积应为载流导线截面积的一半，但不应小于 1.5mm^2 ，其性能与载流导线相同；
- 5) 工作接地的专用螺钉直径不应小于 6mm 。

3 船舶屏蔽接地应符合下列规定：

- 1) 露天甲板和非金属上层建筑内的电缆，应敷设在金属管内或采用金属屏蔽电缆；
- 2) 凡航行设备的电缆和进入无线电室的所有电缆均应连续屏蔽，与无线电室无关的电缆不应经过无线电室，若需经过时，应将电缆敷设在金属管道内，该管道进、出无线电室均应可靠接地；
- 3) 无线电室内的电气设备应有屏蔽接地措施；
- 4) 所有电气设备和滤波器的金属外壳、电缆的金属屏蔽护

套及敷设电缆的金属管道,均应可靠接地。

4 船舶主配电板及应急配电板的前后通道应铺垫绝缘橡胶垫,并保持完好。

5 船舶主配电板及应急配电箱均应有高压危险红色标志牌,其附近应摆放适合扑救电气火灾的灭火器。

6 应定期对船舶电气设备进行绝缘测量,绝缘值应符合规定值。对检修后的电气设备,应进行绝缘测量。

7 使用小型移动工具应安装接地线,并应在使用前检查电源线是否破损,禁止使用电源线有破损或局部裸露的电动工具。

8 手提式移动照明必须使用安全电压 36V 以下,不得使用自耦式变压器。

9 电瓶间及一些危险处所内不准堆放易燃易爆物品,须采用防爆安全型电气设备,并保持良好的通风,严禁烟火,严禁明火作业。

10 船舶电源线的连接,中间不应有接头,如有接头必须安装全水密盒并固定,应有良好的接地线。金属接线盒应良好接地。

11 泥浆泵、水泵等应安装独立的配电箱,每台泵应安装独立的自断空气开关(功率应相匹配)。

12 在维护和检查有大电容的电气装置时,应将电容器进行充分放电,必要时可短接后进行工作。

14.2.2 潜水作业应符合现行国家标准《空气潜水安全要求》GB 26123 和《空气潜水减压技术要求》GB/T 12521 的有关规定。

14.2.3 潜水作业前应对潜水人员进行技术与安全交底。

14.2.4 进入受限空间作业安全应符合下列规定:

1 进入受限空间作业前,应针对作业内容对受限空间进行危害识别和风险评估,制订相应的作业程序及安全措施,明确作业负责人、作业人员和外部监护人员的职责;

2 进入受限空间作业应办理进入受限空间作业许可证,并应严格履行审批手续;

3 应严格执行无作业许可证不进入、安全措施不落实不进入、监护人不在场不进入的“三不进入”原则；

4 进入受限空间前 30min 应对气体取样分析，分析合格后才允许进入受限空间内作业，如进入受限空间内作业时间较长，至少每 2h 分析一次，如发现超标，应立即停止作业，迅速撤出人员；

5 应采取适当的通风措施，保持受限空间内空气良好流通，严禁向内充氧气，进入受限空间内的作业人员应安排轮换作业或休息；

6 进入受限空间作业应有足够的照明，应使用安全电压和安全行灯，所用灯具及电动工具应符合防潮、防爆要求；

7 在管节中应配备正压式空气呼吸器、应急手电等应急设备；

8 在受限空间内动火，必须检测氧气含量和可燃气体浓度是否符合要求，并在作业期间对气体情况进行连续监测，发现异常，立即停止作业，迅速撤出人员；

9 进入受限空间内作业时监护人员严禁离岗，并与进入受限空间内作业人员保持有效的联系，出现有人中毒、窒息的紧急情况，抢救人员必须佩戴隔离式防护器具进入受限空间，并至少有一人在外部做联络工作，禁止不具备条件的盲目施救，避免伤亡扩大；

10 在受限空间作业条件发生变化，并有可能危及作业人员安全时，必须立即撤出，若需要继续作业，必须重新办理进入受限空间内作业审批手续；

11 作业完工后，经施工人员、监护人与施工负责人共同检查受限空间内部，确认受限空间内无滞留人员和工具及杂物后，方可封闭离开。

14.2.5 通航保障安全应符合下列规定：

1 应编制海事警戒方案并经评审后与海事、港口、航道等部门统一规划禁航施工水域、通航监管水域、临时候泊锚地等，合理

设置警示、警戒、助(导)航设施,采取进出施工区监管水域报告制度,严禁超范围施工,跨区域、跨航道(航线)航行或锚泊;

2 应及时掌握施工区船舶动态以及气候、潮汐水文等与航行有关的信息;

3 应合理规划施工工期,选择自动化、智能化程度高的大型高效船舶参与作业,减少同时作业的船舶数量;

4 应建立船舶准入制度,参与作业的船舶的证照及安全、环保设施齐全,状态良好,船员证书齐全、适任,施工许可手续齐备,按海事部门要求安装船舶自动识别系统(AIS),并统一配置导航、通信设备;

5 施工船舶作业时,应按规定开启或悬挂号灯和号型;

6 施工船舶作业时,应执行《中华人民共和国海上交通安全法》,遵守《1972年国际海上避碰规则》及海事部门规定的其他航行规则;

7 管节浮运沉放必须在海事部门封航通告中规定的时间段内进行,管节浮运过程中应设专人对浮运船队进行统一指挥,船队前方应由海事部门安排海巡船清道引航,浮运警戒船在船队两侧警戒,测量船监测流速流向,辅助拖轮、锚艇全程护航。

14.2.6 不良天气影响情况下的安全应符合下列规定:

1 应设置专人每天收集气象、水文等信息,并通知作业船舶,对可能出现的不良天气提前做好安全防范措施;

2 突遇不良天气影响时,现场作业人员应立即停止作业,陆上人员撤至办公、生活区,船上人员应待在船舱内,不得上甲板,紧急情况需上甲板时,必须穿救生衣,采取腰系安全绳等措施,2人以上监护作业。

14.3 环境保护

14.3.1 应采取措施避免施工噪声、振动、水质、土壤污染和破坏河道及堤岸。

14.3.2 水下基槽开挖、水上渣泥运输及卸泥应符合下列环境保护规定：

1 应遵守有关环境保护的规定，减少施工作业对环境的不利影响；

2 抛泥土质、数量应事先向有关行政管理部门报告，申请倾倒废弃物许可证，征得同意方可施工；

3 应严格按照有关行政管理部门指定的卸泥区卸泥；

4 每艘卸泥驳船应认真做好卸泥区的情况记录，如发现异常现象，应立即采取措施，并及时向有关部门反映。

14.3.3 管节基础处理形式应能满足水域环境保护要求，施工过程中应减少对水环境的污染。

14.3.4 施工船舶环境保护应符合下列规定：

1 施工船舶应服从统一指挥，按要求航行、避让，避免发生水上交通事故而造成环境污染；

2 施工过程中应密切监视可能出现的污染物泄漏现象，防止污染物扩散，船舶配备防油污设备，并定期检查；

3 船舶的油类或含油混合物、生活垃圾等应由有资质的单位按照有关规定接收和处理，不得直接排放。

14.3.5 对于水中珍贵动植物应编制专项保护方案。

15 验 收

15.0.1 开工前,施工单位应会同建设单位、质监单位、监理单位确认构成建设项目的单位(子单位)工程、分部(子分部)工程、分项工程和检验批,作为施工质量检验、验收的基础。各单位(子单位)工程和分部(子分部)工程相应的分项工程、检验批应按表 15.0.1-1 和表 15.0.1-2 执行。

表 15.0.1-1 沉 管 段

工程分部(子分部)工程、分项工程、检验批划分

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检 验 批
1	地基与基础	天然地基	水下基槽开挖	每槽段
		人工地基	地基处理	按地基处理模式分类
			按地基处理模式分类	每槽段
			堆载	每槽段
		基础垫层	换填	每槽段
			碎石基础(先铺法)	每槽段
			临时支座(后填法)	每个
			灌砂(后填法)	每管节
		清淤	地基面	每槽段(先铺法) 每管节(后填法)
			基础垫层面(先铺法)	每管节
2	管节预制	主体结构	钢筋	每施工段
			模板	每施工段
			混凝土	每施工段
			预埋件	每施工段
			端钢壳	每套

续表 15.0.1-1

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检 验 批
2	管节预制	舾装	GINA 止水带	每道止水带
			端封墙	每墙
			压载系统	每管节
			拉合装置	每套
			鼻托或导向装置	每套
			系统装置	每管节
			吊点	每组
			测量塔	每座
			人孔井	每座
		外防水工程	外防水	每管节
3	管节安装	寄放	寄放	每管节
		浮运	浮运	每管节
		定位系泊	定位系泊	每管节
		管节安装	管节下沉	每管节
			管节平移	每管节
			千斤顶拉合	每管节
			水力压接	每管节
		压载置换	现浇混凝土	每管节
		回填	锁定回填	每管节
			一般回填	每回填段
			覆盖回填	每回填段
		防锚层	防锚块	每施工段
		管节接头	OMEGA 止水带	每道止水带
钢剪力键	每管节接头			
钢筋混凝土剪力键	每管节接头			
PC 锚索、波形钢板	每管节接头			

续表 15.0.1-1

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检 验 批
3	管节安装	最终接头	支撑梁	每道梁
			模板	全数
			钢筋	全数
			混凝土	全数
4	附属工程	道路、排水、消防、交通、照明、通风、装修、监测、通信、弱电等工程,按相应的国家现行专业工程检验标准执行		

注:1 清淤工作在回淤超出设计要求时才发生。

2 OMEGA 止水带安装后,尚应进行闭水试验。

表 15.0.1-2 岸 上 段

工程分部(子分部)工程、分项工程、检验批划分

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检 验 批
1	衔接段	基坑	基坑支护	按支护类别分,详见注 1
		主体结构	钢筋	每施工段
			模板	每施工段
			混凝土	每施工段
			预埋件	每施工段
			外防水	每施工段
2	固定干坞	坞底	地基处理	详见注 2
			道路	详见注 3
			给排水	—
			设备基础	全数
			预制台座	全数
		坞墙	基础	详见注 4
			坝体	详见注 4
		坞口	坞口	详见注 4
			坞门	详见注 4
3	移动干坞	移动干坞	预制场平面	管节预制每工序后
			量测基点	管节预制每工序后

续表 15.0.1-2

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检 验 批
4	护岸工程	基础	(按基础类别分)	—
		堤身	(按堤身类别分)	—
		护面	护脚	—
			(斜坡式护岸) 护坡	—
			护顶	—
5	附属工程	道路、排水、消防、交通、照明、通风、装修、监测、通信、弱电等工程,按相应的国家现行专业工程检验标准执行。		

注:1 固定干坞基坑开挖与支护应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

2 固定干坞坞底地基处理应符合现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ 79 的规定。

3 固定干坞坞底道路应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

4 钢筋混凝土沉箱式坞门应符合现行行业标准《港口及航道护岸工程设计与施工规范》JTJ 300 的规定。

15.0.2 工程施工质量过程检验、验收应符合下列规定:

- 1 工程施工应满足工程勘察、设计文件的要求;
- 2 工程施工质量应符合本规范和相关专业验收规范的规定;
- 3 工程质量的验收均应在施工单位自行检验评定的基础上进行;
- 4 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应按相关专业质量标准进行进场前检验和使用前复验,现场验收和复验结果应符合要求并经监理单位检查确认;
- 5 施工单位对涉及结构安全的试块、试件和现场检测项目的检测结果,应与监理单位进行平行见证取样、检测结果比对,并应符合要求;
- 6 隐蔽工程在隐蔽前,应由施工单位通知监理单位和相关单

位进行隐蔽验收,确认后合格,形成隐蔽验收文件;

7 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收;

8 对涉及结构安全和使用功能的分部工程进行抽样检测;

9 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质;

10 承担检测或复验的单位应为具有相应资质的独立第三方,同时,施工检测不得与监理复验送检单位为同一家检测单位;

11 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

15.0.3 工程竣工验收内容应符合下列规定:

主 控 项 目

1 无结构性裂缝。温差裂缝应按设计要求进行处理。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检验,检查施工日志,超声波扫描。

2 隧道中轴线平面偏差、高程偏差应满足设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:全站仪、水准仪。

3 单位工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查工程组卷资料,按规定进行工程实体或对相关资料抽查。

一 般 项 目

4 管节之间的错台应符合要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:水准仪、全站仪。

5 隧道表面应平整。

检查数量:全数检查。

检验方法:钢尺。

6 隧道内预留孔洞的位置及孔洞尺寸应符合要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:钢尺。

15.0.4 隧道总体几何尺寸应符合表 15.0.4 的规定。

表 15.0.4 隧道总体几何尺寸

项目	中轴线水平规定值或允许偏差(交工时)(mm)	路面设计高程规定值或允许偏差(交工时)(mm)	净高	净宽	长度(mm)
衔接段	±20	±20	不小于设计	不小于设计	±20
沉管段	±50	±20	不小于设计	不小于设计	±20

15.0.5 隧道工程竣工验收时,施工单位应提供下列文件及资料:

- 1 工程竣工报告;
- 2 工程质量检验评定资料;
- 3 隧道竣工图及其他文件(隐蔽工程检查证);
- 4 变更设计文件;
- 5 各种控制标点的位置与贯通测量成果;
- 6 工程材料试验和工程试件的质量鉴定、试验报告单;
- 7 重大质量事故处理记录;
- 8 书面总结。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

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:

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:

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,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《工程测量规范》GB 50026
《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
《地下工程防水技术规范》GB 50108
《内河通航标准》GB 50139
《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
《地下防水工程质量验收规范》GB 50208
《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268
《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
《复合地基技术规范》GB/T 50783
《爆破安全规程》GB 6722
《空气潜水减压技术要求》GB/T 12521
《空气潜水安全要求》GB 26123
《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
《建筑地基处理技术规范》JGJ 79
《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152
《建筑深基坑工程施工安全技术规范》JGJ 311
《港口及航道护岸工程设计与施工规范》JTJ 300
《港口工程荷载规范》JTS 144—1
《板桩码头设计与施工规范》JTS 167—3
《港口工程桩基规范》JTS 167—4

《水运工程爆破技术规范》JTS 204

《疏浚与吹填工程施工规范》JTS 207

《水运工程质量检验标准》JTS 257

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用