ICS 45 020
CCS P65

团 体 标 准

T/CCTAS 133—2024

粤港澳大湾区城际铁路圆形工作井技术规程

Technical specifications for circular working shafts of intercity railways in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布 XXXX－XX－XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目　次

前　言 3
1　范围 4
2　规范性引用文件 4
3　术语和定义 5
4　基本规定 7
4.1　设计原则 7
4.2　平面布置 8
4.3　岩土工程勘察 8
4.4　支护结构选型 9
4.5　施工要求 10
4.6　监测与检测要求 10
5　作用与组合 10
5.1　作用分类和组合 10
5.2　作用计算 11
6　支护结构 13
6.1　一般规定 13
6.2　支护结构计算 14
6.3　地下连续墙 19
6.4　围护桩 20
6.5　喷锚支护 21
6.6　其它支护结构 22
7　主体结构 23
7.1　一般规定 23
7.2　计算 23
7.3　设计 24
7.4　工程防水 25
8　电气设备房屋 27
9　施工 27
9.1　一般规定 27
9.2　盾构始发接收条件 27
9.3　场地布置 28
9.4　支护结构 28
9.5　开挖与回填 30
9.6　地下水控制 31
9.7　主体结构 32
10　施工监测与检测 33

10.1 工作井施工监测 33
10.2 质量检测规定 36
11 安全与环境保护 38
11.1 一般规定 38
11.2 安全风险控制 38
11.3 环境保护 38
附录 A（资料性）建筑布置图 40
附录 B（资料性）盾构始发方式 44
附录 C（资料性）工作井场地布置 46

前 言

本文件经中国交通运输协会批准立项，按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省交通运输厅提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：深圳市地铁集团有限公司、 深圳市市政设计研究院有限公司、广州地铁集团有限公司、中国葛洲坝集团股份有限公司、深圳大学、中国铁路设计集团有限公司、广州地铁设计研究院股份有限公司、中铁二院工程集团有限公司、中铁南方投资集团有限公司。

本文件主要起草人：

粤港澳大湾区城际铁路圆形工作井技术规程

1 范围

本文件规定了粤港澳大湾区城际铁路圆形工作井技术规程的基本规定、作用与组合、支护结构、主体结构、电气设备房屋、施工、监测与检测及安全与环境保护等要求。

本文件适用于粤港澳大湾区城际铁路直径50m以下圆形工作井勘察、设计、施工、监测与检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准

GB 14902 预拌混凝土

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50038 人民防空地下室设计规范

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

GB 50108 地下工程防水技术规范

GB 50201 防洪标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50208 地下防水工程质量验收规范

GB 50299 地下铁道工程施工质量验收标准

GB 50307 城市轨道交通岩土工程勘察规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB 50384 煤矿立井井筒及硐室设计规范

GB 50496 大体积混凝土施工标准

GB 50497 建筑基坑工程监测技术标准

GB 50666 混凝土结构工程施工规范

GB 50909 城市轨道交通结构抗震设计规范

GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范

GB 51004 建筑地基基础工程施工规范

GB 55001 工程结构通用规范

GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范

GB 55030 建筑与市政工程防水通用规范

GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准

GB/T 51310 地下铁道工程施工标准

JGJ 94 建筑桩基技术规范

JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

JGJ 165 地下建筑工程逆作法技术规程

JGJ 311 建筑深基坑工程施工安全技术规范

JGJ 476 建筑工程抗浮技术标准

JGJ/T 223 预拌砂浆应用技术规程

JGJ/T 396 咬合式排桩技术标准

JTGD 60 公路桥涵设计通用规范

JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范

JTJ 303 港口工程地下连续墙结构设计与施工规程

SY/T 6884 油气管道穿越工程竖井设计规范

TB 10003 铁路隧道设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作井 working shaft

施工期间，供盾构组装、解体、调头、空推、吊运管片和输送碴土等使用的竖井；可能兼做运营期间供管道安装、设备及材料运输、人员进出、供电、通风、给排水等而修建的竖井。

[来源：GB/T 51438—2021，2.1.5，有修改]

3.2

支护结构 support structure

为保护工作井主体结构施工和基坑周边环境的安全，对工作井基坑侧壁及周边环境采用的临时性支挡、加固、保护与地下水控制的结构体系的总称。

[来源：JGJ 120—2012，2.1.4，有修改]

3.3

地下连续墙 diaphragm wall

通过先成孔（槽）后浇筑钢筋混凝土或插入预制板等手段在地下构筑的连续墙体，可用于挡土（岩体）、截水、承重等。

[来源：JGJ 120—2012，2.1.13，有修改]

3. 4

排桩 soldier piles

由某种桩型按队列式布置、相邻桩间无咬合搭接的围护结构。
[来源：SJG 05—2012，2.1.7，有修改]

3. 5

咬合桩 secant piles

后施工的灌注桩与先施工的灌注桩相互搭接、相互切割形成的围护结构。
[来源：GB/T 50941-2014，14.2.9，有修改]

3. 6

冠梁 top beam

设置于排桩等围护结构顶部并与围护结构连接的钢筋混凝土梁。
[来源：GB/T 50497—2009，2.0.8，有修改]

3. 7

环梁 ring beam

工作井围护结构内壁上起连接和支撑作用的环状设置的钢筋混凝土梁。
[来源：GB/T 50573—2010，2.0.3，有修改]

3. 8

竖肋 vertical rib

圆形地下连续墙结构中连接相邻环梁的竖向连系梁。
[来源：JTJ 303—2003，2.0.11]

3. 9

内衬墙 inner wall

工作井围护结构内壁上起连接和支撑作用的侧墙。
[来源：JGJ 165—2010，2.1.5，有修改]

3.10

盾构整体始发 overall starting of shield

盾构主机与后配套台车组装成整体开始掘进，整体掘进同步向前的施工过程。

3. 11

盾构小分体始发 small-split starting of shield

盾构主机与部分后配套台车组装成整体，与剩余后配套台车之间采用延长管线，整体部分掘进同步向前的施工过程。

3. 12

盾构大分体始发 large-split starting of shield

盾构主机与后配套台车之间全部采用延长管线而未组装成整体，盾构主机掘进的施工过程。

4 基本规定

4.1 设计原则

4.1.1 工作井结构设计使用年限、安全等级、重要性系数应符合下列规定：

a） 工作井主体结构和使用期间不可更换的结构构件，设计使用年限为 100 年，结构安全等级为一级，重要性系数 1.1；

b） 工作井附属（风亭、疏散口）结构出地面部分，设计使用年限为 50 年，结构安全等级为二级，重要性系数 1.0；

c） 工作井支护结构设计使用年限应根据工期要求确定，且不宜低于2年，其安全等级和重要性系数按4.1.3条确定。

4.1.2 工作井选址宜遵循以下原则：

a） 应考虑规划、地质条件、工程选线、周边环境、盾构施工需求、工程筹划，同时考虑施工和运营期间出碴、通风、排水、防灾等因素；

b） 应符合国土空间、环境保护、水土保持等法律法规规定；

c） 宜避开埋深较大地段、环境敏感区、远离火灾危险区域；

d） 宜避开内涝区、不良地质、地质灾害发育区域、倾斜场地等；

e） 宜避开地下重要管线及构筑物；

f） 工作井宜结合区间设备房、检修通道、横通道等设置。

4.1.3 圆形工作井支护结构设计安全等级应按表 1 选定。

表 1 支护结构安全等级及其重要性系数

安全等级	破坏后果	等级范围描述	重要性系数 γ_0
一级	支护结构失效、土体过大变形对主体结构施工安全或工作井周边环境影响很严重	1 工作井开挖深度≥15 m； 2 工作井开挖深度范围内软弱土层单层厚度大于 5.0m 或总厚度大于基坑深度的一半； 3 工作井开挖影响范围内，有重要的、对变形很敏感的建（构）筑物或重点保护的重要管线。	1.1
二级	支护结构失效、土体过大变形对主体结构施工安全或工作井周边环境影响严重	除一级以外的工程	1.0
注 1：等级范围描述栏中，有 2 项以上（含 2 项）即可划分该等级，当工作井开挖深度≥30m 时应定为一级； 注 2：软弱土层是指淤泥、淤泥质土、泥炭质土、松散的粉砂、细砂层或新近堆填的松散填土： 注 3：工作井周边环境保护要求严格时（如临近既有地铁或重要的天然地基建筑物等），应进行专项评估，必要时应提高一个安全等级； 注 4：重要管线是指破坏后果很严重的管线，如燃气、供水、重要通讯或高压电力电缆等。			

4.1.4 工作井设计、施工前应调查以下基本资料：

a） 工作井场地及周边工程地质与水文地质资料；

b） 工作井影响范围建（构）筑物建筑、结构与基础资料；

c） 工作井影响范围地下设施资料，包括地下建（构）筑物、管线等分布、埋深和现状等；

d） 工作井影响范围地面荷载情况；

e） 工作井影响范围规划资料。

4.1.5 工作井结构计算应考虑空间效应，宜按空间结构计算。

4.2 平面布置

4.2.1 工作井总体布置应根据施工及运营需求综合确定。

4.2.2 盾构工作井净空尺寸应根据盾构类型及尺寸、重量、顶推力、施工工艺等因素确定，并应满足盾构起吊、安装、解体检修、转体或整体移位等施工要求。盾构主机在井内完成拼装后始发或盾构主机完整进入井内后拆卸吊出时，工作井净空尺寸可按表 2 确定，其它施工工艺及工法应根据具体情况确定。

表 2 工作井净空尺寸

功能	长度	宽度	顶板（环梁）底高度	靠近洞门处底板深度
始发	大于盾构主机长度+3 m	大于盾构直径+2~3 m	宜高于洞门顶不小于 0.2m	宜低于洞门底不小于 0.7m
接收	大于盾构主机长度+2 m			
注 1：表中盾构主机长度指刀盘与前、中、尾盾及螺旋机组装完成后的总长度； 注 2：始发工作井设置导洞时，其净空长度可适当减小； 注 3：仅用于出碴、进料时，工作井净空尺寸除满足出碴、进料外尚需满足盾构过井要求；				

4.2.3 圆形工作井内径应根据工作井净空、井内各类管线（道）、楼梯、电梯以及其他设备、设施安装与布置要求，结合线路条件综合确定。

4.2.4 工作井应根据场地条件、地质条件、施工组织和总体功能选择设置单线工作井、双线工作井或组合工作井，并遵循安全高效、经济合理的原则确定临近工作井的区间隧道线间距。

4.2.5 工作井导洞应根据工程特点、地质条件、周边环境、工程筹划、盾构始发方式等因素综合确定，并应符合本文件 9.7 节相关规定。

4.3 岩土工程勘察

4.3.1 工作井的岩土工程勘察应符合下列规定：

a）工作井的勘察工作应结合本线路勘察工作进行，在已有较充分的工程地质资料或工程经验条件下，可合并、简化勘察阶段，但应以提供必要的设计参数和详实的地质资料为原则。

b)应按设计所确定工作井的平面范围开展工程地质调查、测绘、管线探测及建构筑调查工作，调查范围应满足工作井选址和地质评价的需求，一般不应小于 2~3 倍工作井开挖深度。

c）查明对工作井有影响的地表水和地下水各含水层的埋深、厚度和分布，判断地下水类型、补给和排泄条件；有承压水时，还应分层测量其水头高度。

d）当工作井需要降水时，宜采用抽水试验和水位观测井测定各含水层的渗透系数与影响半径、地下水水位、流速、流向等参数，分析评价地下水对工程的影响、水和土对建筑材料的腐蚀性。

e）提供支护结构、主体结构设计所需的岩土参数，提出设计和施工所需岩土参数。

f）工作井周边地形地貌起伏较大、地质条件和环境条件复杂时，对于边坡工程还应专门进行边坡工程地质勘察。

g）针对施工工艺有特殊要求、施工中出现工程地质问题，详勘揭示地质条件复杂、岩面起伏剧烈、岩溶强烈发育等不良地质场地时，为满足施工方案调整和风险控制的要求，施工阶段应进行施工勘察。

h)勘察方法、取样、室内试验或原位测试应符合现行《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB50307 的规定。

4.3.2 勘探点布置应符合下列规定：

a）工可阶段每处工作井不少于 1 个勘探点，还应进行调查并收集相应资料。

b）初勘阶段勘探点宜沿工作井开挖边界线外侧 1~3m 处环向布置，并在开挖边线外 2～3 倍开挖深

度范围内布置适量横向、纵向剖线。当开挖边线外侧无法进行勘察时，可通过布置适量的地球物理勘探工作和已有地质资料进行综合分析。勘探点间距宜为 30~50m，地质条件简单或周边对地形变形不敏感地段可适当减少，但单个工作井（直径 D＞15m）勘探点不宜少于 2 个。

c）详勘阶段勘探点宜沿工作井开挖边界线外侧 1~3m 处环向布置，并沿工作井中轴线和开挖边线外 2～3 倍开挖深度范围内布置适量横向、纵向剖线。双线工作井宜布置不少于 3 条纵、横剖面和 1 条沿井周的环向延展面，场地地质条件简单时可适当减少，但应不少于 2 条纵、横剖面和 1 条沿井周的环向延展面。当场地存在对工程有重大影响的偏压地形、软弱土层、暗沟、岩溶、球状风化体、断裂带等复杂地质条件时，应通过加密勘探点并查明其分布和工程特性。

d）详勘阶段勘察点间距应根据场地复杂程度、设计方案、埋深、净空尺寸等特点布置，并符合 GB50307 的规定。

e）控制性勘探点数量应不少于勘探点总数的 1/3，取样和原位测试勘探点数量不应少于勘探点总数的 2/3，其中取样勘探点不少于 1/2。

4.3.3 勘探点深度应符合以下规定：

a）控制性勘探点的深度应满足变形计算、稳定性分析、地下水控制、方案设计和工法比选的需要。

b）工作井勘探点深度应根据场地条件和设计要求确定，宜为 2～3 倍工作井开挖深度，并应穿过主要的软弱土层、含水层、构造破碎带、断裂带，当勘探点深度超过结构底板下时，控制性勘探点遇全风化～强风化带不小于 25m 或中等～微风化带软岩不应小于 10m（硬质岩不小于 8m），一般性勘探点遇全风化～强风化带不小于 20m 或中等～微风化带软岩不应小于 8m（硬质岩不应小于 5m）。

c）灰岩区控制性勘探孔深度进入结构底板中、微风化岩层不应少于 15m，一般性勘探孔深度进入结构底板中、微风化岩层不应少于 10m，揭露溶洞时进入溶洞以下完整岩层不少于 10m。

d）当预定深度范围内存在软土、中等～强透水性地层、溶洞、土洞、暗河、球状风化体、断裂带等层位时，勘探点应穿透并进入稳定岩土层，否则应与设计人员共同确定勘探点深度；

e）当采用承重桩、抗拔桩或抗浮锚杆时，勘探孔深度应满足其设计要求。

4.4 支护结构选型

4.4.1 支护结构可根据工作井支护安全等级、周边环境和地质条件等因素按表 4 进行选型。

表 4 支护结构形式及适用条件

支护结构形式	适用条件
地下连续墙	1 适用于开挖深度大、地质条件复杂、工作井周边环境对支护结构变形控制要求严格的工作井基坑。 2 适用于一级或二级工作井基坑。 3 适用于叠合墙结构，地下连续墙可兼作主体结构的一部分。
围护桩 （咬合桩、排桩）	1 适用于开挖深度不大、存在深厚砂层、基坑周边环境对支护结构变形控制要求较严格的工作井基坑 2 适用于开挖深度不大、周边环境对失水变形要求不高的工作井基坑，工作井位于岩溶区时，应分析其适用性。 3 咬合桩适用于一级或二级工作井基坑，排桩适于于二级工作井基坑。

吊脚墙（桩）	1 吊脚墙（桩）形式适用于工作井开挖深度范围内上部为土层、下部为较完整中风化、微风化岩层的土岩组合基坑。 2 上部土层适合采用地下连续墙（桩）、内设环梁或内衬墙的支护形式，下部岩层适合采用喷锚支护。 3 吊脚墙（桩）形式适用于一级或二级工作井基坑。
注：咬合桩可作为截水帷幕，但桩较长时，因垂直度偏差可能造成下端开岔，存在渗漏水风险，应考虑足够的咬合尺寸。	

4.5 施工要求

4.5.1 施工前应进行设计交底，编制施工组织方案和应急预案；

4.5.2 工作井开挖应符合分层、对称、平衡、适时的原则，当施工场地有限时，施工材料的堆放和各种临时设施的布设位置应符合设计要求；工作井开挖时应做好基坑顶的地面截水。

4.5.3 做好土方开挖专项施工方案。工作井开挖到底时，应及时用混凝土执垫层封闭，严禁坑底土长期暴露。

4.6 监测与检测要求

4.6.1 工作井开挖应考虑台风、暴雨等特殊环境条件，及时抽排坑底积水，并加强监测。

4.6.2 工作井工程应进行实时监测，发现支护结构或周边环境的监测值达到预警时，应及时通报建设、设计、施工和监理等有关单位，施工单位应及时采取有效的应急措施。

4.6.3 原材料及半成品应遵照有关施工验收标准进行检验；对支护桩、地下连续墙应进行小应变或声波检测，必要时可增加抽芯检测；对土钉、锚杆应做好记录并进行隐蔽工程检验和抗拔力检验。

4.6.4 对支护桩、地下连续墙的钢筋笼、桩（墙）长、桩径或墙宽、桩（墙）身混凝土强度均应进行检验，对搅拌桩和旋喷桩的桩长、桩身强度、水泥土的均匀性应进行检验。

5 作用与组合

5.1 作用分类和组合

5.1.1 作用在结构上的荷载分类，应符合 GB 55001 和 GB 50009 的规定。根据施工和使用过程中的各种不利情况，按承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行组合，确定不同荷载组合时的组合系数。

表 5 荷载组合表

序号	荷载 组合	荷载			
		永久荷载	可变荷载	偶然荷载	
				地震荷载	人防荷载
1	基本组合构件强度计算	1.3（1.0）	$1.5\times1.1\times\psi_{cj}$		
2	准永久组合构件裂缝宽度验算	1	$1\times\psi_{q}$		
3	标准组合构件变形计算	1	$1\times\psi_{q}$		
4	地震作用下构件强度验算	1.4（1.0）	1.5×0.5	1.4	
5	人防荷载作用下构件强度验算	1.2（1.0）			1

注 1：括号内数字表示该荷载在对结构有利时的分项系数取值。
注 2：Ψ_q-可变荷载的准永久值系数，ψ_{cj}-可变荷载的组合值系数，应按 GB 55001 和 GB 50009 取值。

5.1.2 当支护构件仅作为临时结构，支护结构构件按承载能力极限状态设计时，作用基本组合综合分项系数不小于 1.25。当支护构件作为永久结构时，基本组合综合分项系数不小于 1.3。

5.1.3 永久荷载的分项系数应符合下列规定：

a） 当永久荷载效应对结构不利时，对由永久荷载效应控制的组合永久荷载的分项系数应取 1.30；

b） 当永久荷载对结构有利时，永久荷载的分项系数不应大于 1.0。

5.1.4 可变荷载考虑设计使用年限的调整系数取 1.1。可变荷载对结构不利时，可变荷载分项系数不小于 1.5；对结构有利时，应取 0。

5.1.5 水平和竖向地震荷载分项系数的确定应符合 GB 55002 的规定。

5.1.6 工作井结构考虑战时防护的部位，其等效荷载应按 GB 50038 的有关规定执行。

5.1.7 工作井设计时，应该考虑设备运输、吊装荷载及邻近工程施工荷载。盾构工作井周边地面超载应根据盾构施工期间根据盾构机重量、分块吊装方式、起重机布置等因素确定与设计经验进行确定。

注：粤港澳大湾区盾构拼装引起的临时地面超载经验值为：地铁内径 5.5m 盾构超载为 75 kPa 、内径 6 m 盾构超载为 85 kPa ，城际铁路 8.0 m 内径盾构超载为 105 kPa，具体盾构吊装荷载应根据隧道直径、盾构尺寸、吊机等实际情况综合确定。

5.1.8 施工荷载应满足以下要求：

a） 施工机具、施工材料荷载，不宜超过 10 kPa；

b） 地面堆载，不宜超过 30 kPa；

5.2 作用计算

5.2.1 地层压力应根据结构所处工程地质和水文地质条件及施工方法等因素，结合已有的试验、测试和研究资料确定。土质地层和岩质地层的地层压力应符合下列规定：

a） 采用明挖顺作法、盖挖逆作法时，土质地层竖向压力宜按计算截面以上全部土柱重量计算；

b） 土质地层水平压力应按下列规定计算：

1）施工阶段明挖顺作法工作井基坑支护，作用在主动区的土压力宜按朗肯土压力计算，在支护结构的非脱离区，应计及土体抗力的作用；

2）使用阶段地下结构的水平土压力宜按静止土压力计算；

c） 荷载计算中应计及地面荷载和破坏棱体范围的建筑物以及施工机械等引起的附加水平侧压力；

d） 全、强风化岩质地层可按土质地层进行土压力计算；

e） 对于开挖深度范围内主要是中、微风化岩层的工作井工程，侧向岩石压力计算可按现行国家标准 GB 50330 的规定执行。

5.2.2 作用在地下结构上的水压力，应根据施工阶段和长期使用过程中地下水位的变化，以及不同的围岩条件，分别按下列规定计算：

a） 水压力可按静水压力计算，并应根据设防水位以及施工阶段和使用阶段可能发生的地下水位最不利情况，计算水压力对结构的作用；

b） 地下水位以上的土体应采用天然重度、总应力强度参数；

c） 地下水位以下的砂性土和碎石土应采用土压力、水压力分算；土压力应按有效重度、有效应力强度参数计算，水压力应按静水压力计算，当截水帷幕未穿透含水层、有可能产生渗流时，宜考虑渗流效应对静水压力的影响；

d） 黏土和粉质黏土地层的侧向水、土压力，在施工阶段应采用水土合算，使用阶段宜采用水土分算；

e） 岩质地层的水压力，可按 TB 10003 的规定确定。

5.2.3 土压力计算时，土的抗剪强度指标应符合下列规定：

a） 淤泥及淤泥质土应采用有效自重应力下预固结的三轴不固结不排水抗剪强度指标；

b） 正常固结的饱和黏性土应采用在土的有效自重应力下预固结的三轴不排水抗剪强度指标；当施工挖土速度较慢，排水条件好，土体有条件固结时，可采用三轴固结不排水抗剪强度指标或直剪固结快剪强度指标；

c） 砂土类采用有效应力强度指标；

d） 软黏土的隆起稳定验算可采用十字板剪切强度或三轴不固结不排水抗剪强度指标；

e） 当基坑邻近存在交通繁忙的主干道或其他对土的扰动源时，灵敏度较高的土的强度指标宜适当折减；

f） 应考虑打桩、地基处理的挤土效应等施工扰动原因造成的土强度指标降低的不利影响。

5.2.4 水土分算时，土的强度指标应采用有效应力强度指标，其值应通过室内固结排水试验获得。对粉土、缺少有效应力强度指标时，也可采用三轴不固结不排水抗剪强度指标或直剪固结快剪强度指标代替；对砂土和碎石土，有效应力强度指标可根据标准贯入试验实测击数和水下休止角等物理力学指标取值。

5.2.5 工作井第 i 层土的主动、被动土压力系数 k_{ai}、k_{pi} 应分别按下列公式计算：

a）主动土压力系数 k_{ai} 应按式(1)计算：

$$k_{ai}=\tan^2\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi_i}{2}\right) \tag{1}$$

b）被动土压力系数 k_{pi} 应按式(2)计算：

$$k_{pi}=\tan^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi_i}{2}\right) \tag{2}$$

式中：

k_{ai}、k_{pi} —分别为第i 层土的主动土压力系数、被动土压力系数；

φ_i —第 i 层土的内摩擦角。

5.2.6 工作井第 i 层土底面处作用在支护结构上的主动土压力强度 e_{ai}、被动土压力强度 e_{pi} 应分别按式(3)~(6)计算：

a)当土、水压力合算时：

$$e_{ai}=\left(q_0+p_{zi}+\sum_{i=1}^{n}\gamma_i h_i\right)k_{ai}-2c_i\sqrt{k_{ai}} \tag{3}$$

$$e_{pi}=\left(\sum_{i=m}^{n}\gamma_i h_i\right)k_{pi}+2c_i\sqrt{k_{pi}} \tag{4}$$

b）当土、水压力分算时：

$$e_{ai}=\left(q_0+p_{zi}+\sum_{i=1}^{n}\gamma_i'h_i\right)k_{ai}'-2c_i'\sqrt{k_{ai}'}+\gamma_w h_{ai} \tag{5}$$

$$e_{pi}=\left(\sum_{i=m}^{n}\gamma_i'h_i\right)k_{pi}'+2c_i'\sqrt{k_{pi}'}+\gamma_w h_{bi} \tag{6}$$

式中：

e_{ai}、e_{pi} —第i 层底面处土的主动、被动土压力强度；

γ_i 、 γ_i' —分别为第i 层土的重度、有效重度；

k_{ai}' 、 k_{pi}' —分别为按有效内摩擦角 φ_i' 计算的第i 层土的主动土压力系数、被动土压力系数；

c_i 、 c_i' —分别为第i 层土的粘聚力、有效粘聚力标准值；

h_i —第i 层土的厚度；

γ_w —地下水的重度；

m —相应于工作井开挖底面处的土层序号；

n —相应于计算至最后一层土的序号；

h_{ai} 、 h_{bi} —分别为相应于桩（墙）后、桩（墙）前地下水水面到计算层层底的距离；

q_0、p_{zi} —分别为地面附加均布压力、邻近建（构）筑物基底处附加压力传递到第i层土底面处的竖向压力，应按JGJ 120的有关规定执行。

5.2.7 当支护结构水平位移有严格限制达不到产生主动土压力的条件时，土压力宜按静止土压力计算，并考虑最不利荷载组合。静止土压力系数 K_0 可在侧压力仪或有特殊装置的三轴压缩仪中测定，在无试验条件下，可用下列经验公式计算：

$$K_0=1-\sin\varphi' \tag{7}$$

式中：φ' ——土的有效内摩擦角（°）。

5.2.8 工作井结构上部和破坏棱体范围的设施及建筑物压力等荷载应根据荷载作用部位及产生荷载的作用特征，按施工及使用两个阶段计算。

5.2.9 设备用房应该根据设备的实际重量、动力影响、安装方式等确定。设备区的计算恒载应根据设备安装、检修和正常使用的实际情况（包括动力效应）确定，可按标准值 8.0 kPa 进行设计，重型设备尚应依据设备的实际重量、动力影响、安装运输路径等确定其荷载大小与范围。

5.2.10 在道路下方的工作井结构，覆土厚度小于 1.5 m 时应根据道路通行的要求，按 JTGD 60 计算地面车辆荷载及其最不利排列位置。当覆土大于 1.5 m 时，地面车辆作用可按 20 kPa 的均布荷载取值（不计车辆冲击力影响）。

5.2.11 水压力和浮力应该按照施工和使用阶段可能发生的地下水最高水位和最低水位进行计算。

6 支护结构

6.1 一般规定

6.1.1 工作井支护设计内容应包括充分研究场地工程地质和水文地质条件，工作井基坑开挖对周边环境的影响，选择经济合理的支护结构型式并进行计算，提出施工、监测及质量检验的要求等。

6.1.2 工作井支护结构设计时，变形的控制应按周边环境要求和支护结构安全分别考虑，并符合下列要

求：

a） 工作井处于地铁保护范围内，或受工作井开挖影响范围内有明确变形控制要求的重要建（构）筑物或有中高压燃气管线、高压电缆、供水干管等重要管线时，应满足其特殊的变形控制要求；

b） 当工作井开挖影响范围内有建（构）筑物时，支护结构应保证邻近的建（构）筑物的沉降变形不会影响其正常使用，而且建（构）筑物的沉降差、局部倾斜、整体倾斜及基础倾斜不应超过 GB 50007 规定的允许值；支护结构应保证邻近的道路、桥梁和管线的变形不超过相关规范的规定或影响其正常使用；

c） 支护结构最大水平位移控制值可参照表 6 的规定确定，且位移值不应超过正常使用极限状态荷载效应标准组合的计算值；

表 6　支护结构最大水平位移控制值(mm)

支护安全等级	排桩、地下连续墙 加环梁、内衬墙支撑
一级	0.002*h* 与 30mm 的较小值
二级	0.004h 与 50mm 的较小值

注：表中 *h* 为工作井开挖深度(mm)。

d） 当周边环境的允许变形值与支护结构的计算变形控制值不一致时，应以较小数值进行控制；如果周边环境要求很高，工作井支护结构设计很难满足其要求或支护结构的代价很高时，宜对周边建（构）筑物进行预加固；

e） 各监测项目在基坑支护施工前应测得稳定的初始值。监测项目控制值和报警值应根据基坑侧壁安全等级、支护结构类型和当地工程经验等因素确定，报警值作为现场监测报警的标准可取控制值的 70%~80%。

6.1.3 工作井坑底位于淤泥、淤泥质土、溶（土）洞、断层破碎带等特殊岩土及砂层等强透水层时，宜采取地层加固、岩溶处理、破碎带止水、截水及降排水等措施。

6.1.4 工作井施工期间挡土（水）墙应高出地面及当地防洪涝水位不少于 0.5 m；地表水量较大时，应在工作井外设置截流、导流明沟等措施。

6.1.5 工作井地下连续墙、围护桩、内环梁、内衬墙等支护结构同时作为永久结构时，应根据永久结构设计使用年限要求，按照 GB 50108、GB/T 50476 进行混凝土抗渗性和耐久性设计。

6.2 支护结构计算

6.2.1 工作井支护结构计算应遵循以下原则：

a） 应根据工作井基坑各部位的开挖深度、地质条件和周边环境等条件的不同，选择有代表性的计算剖面，取最不利的条件进行计算；

b） 应根据支护结构特点和开挖方式，对不同设计工况分别进行计算，确保在施工期和使用期的最不利工况下支护结构均满足设计要求；

c） 滨海软土地区的支护结构设计时，软土参数的选取、计算结果和支护结构选择等应分析论证并参考已有相似支护工程的经验，评估基坑可能产生的较大变形对周边环境的影响并加强监测；采用桩（墙）加内环梁、内衬墙的支护时，应考虑土压力不对称、不平衡的影响；

d） 临近高边坡的工作井基坑，应分析高边坡与工作井基坑的相互影响。

6.2.2 工作井支护结构稳定性验算应符合下列规定：

a） 基坑底面或支护桩、地下连续墙底面以下分布有淤泥、淤泥质土，泥炭土和泥炭质土等饱和软弱黏性土地层时，应进行抗隆起稳定验算；

b） 基坑底有承压含水层或底部附近具有产生渗透变形条件时，应进行抗突涌和抗渗流破坏稳定

性验算；基坑底部为相对不透水层，而其下某深度处有承压含水层时，宜进行抗突涌稳定性验算；

c） 应进行土压力和水压力作用下的结构失稳验算，结构失稳的临界荷载宜按空间结构计算，也可简化为圆环按下列公式验算：

$$q_{\mathrm{pk}} = \frac{3EI}{R^3 h} \tag{8}$$

$$Kq_{\mathrm{tk}} \le q_{\mathrm{pk}} \tag{9}$$

式中：

q_{pk}——沿环向分布的临界荷载标准值（kN/m^2）；

E——混凝土的弹性模量（kN/m^2）；

I——在计算所取高度范围内包含地连墙、环梁或内衬墙在内的截面惯性矩（m^4）；

R——计算所取的圆环中心线半径（m）；

h——计算所取的圆环高度（m）；

q_{tk}——作用标准值组合（kN/m^2）；

K——稳定安全系数，取 4。

6.2.3 工作井支护结构计算包含各构件的内力及变形、周边建（构）筑物沉降等，并应符合以下规定：

a） 计算工况应包括基坑开挖、环梁或内衬墙浇注、喷锚支护、主体结构回筑、凿除隧道洞门范围内的围护结构、盾构（TBM）或矿山法隧道施工、覆土回填等主要工况；

计算应考虑空间效应，宜按空间结构计算，也可按轴对称取单位宽度的墙体（桩）作为竖向弹性地基梁，采用二维平面弹性支点法计算；

b） 内环梁、冠梁、内衬墙（隧道开洞范围以上）内力及变形可按平面内的刚架环形梁进行计算，圆环外侧变形区域的土体对环梁的约束作用可通过在外侧设置水平径向弹簧来模拟，计算时应考虑工作井四周荷载作用的不均匀性，不均匀侧压力系数宜取 1.1~1.3，应根据实际地形、水文、地质、地面建（构）筑物荷载、施工荷载等因素确定，偏压过大时宜研究后确定；

c） 吊脚桩（墙）以下喷锚支护按 GB 50086 相关规定计算。

6.2.4 工作井支护结构空间结构计算应符合下列规定：

a） 计算宜采用“荷载-结构”法，建立三维空间结构模型，按照三维弹性地基板法进行计算；

b） 支护结构可采用“板”单元、环梁可采用“梁”单元进行模拟；工作井开挖面以下土体采用弹簧单元模拟，弹簧刚度可按照下列公式（10）计算：

$$K_h = k_h bh \tag{10}$$

式中：

K_h——土弹簧刚度；

b 和 h——土弹簧的水平向和竖向计算间距；

k_h——土体水平基床系数，可由“m”法确定。

c） 应按照圆形工作井支护结构真实的形状建立模型，地下连续墙应采用折线形（多边形）构件单元建模计算，咬合桩支护可简化为等厚度的板进行建模；

d） 应结合工作井实际工况，采用增量法模拟工作井开挖、内环梁、内衬墙等设置。

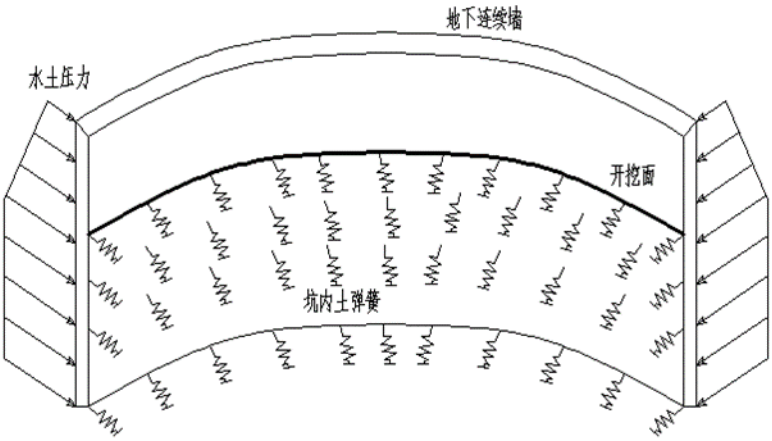


图 1 三维弹性地基板法

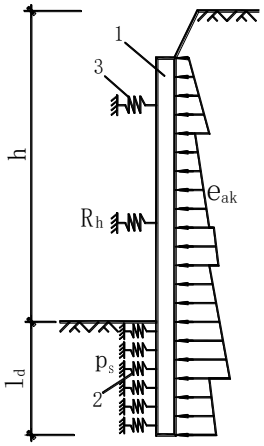
6.2.5 工作井支护结构采用二维弹性支点法计算时，应符合下列规定：

a） 可采用图 2 的计算模型采用增量法进行支护结构的内力、位移、支点力及嵌固段的土反力计算；

b） 支护结构水平荷载应按照本文件 6.2.6 条相关规定执行；

c） 环梁和内衬墙对支护结构的每层弹簧支座应根据工作井开挖顺序所对应的施工阶段分步骤施加，其支点力应采用本文件 6.2.7 条规定的弹簧模型计算；

d） 地连墙、咬合桩的环向支撑弹簧刚度系数应采用本文件 6.2.8、6.2.9 条规定的弹簧模型计算。



1—支护结构；2—土体弹性支座；3—环梁弹性支座

图 2 弹性支点法计算

6.2.6 支护结构水平荷载应结合地区经验确定，并应符合下列规定：

a） 支护结构外侧土压力应按照本文件 5.2.5 条计算；

b） 嵌固段的分布土反力可按下列公式（11）计算：

$$p_s = k_s v_h + p_{s0} \tag{11}$$

嵌固段的土反力合力应符合下列条件：

$$P_s \le E_p \tag{12}$$

当不符合公式（12）的计算条件时，应增加支护结构的嵌固长度，或将嵌固段的分布土反力按 $P_s=E_p$

的条件进行折减后取值。

式中：

p_s——支护结构嵌固段的分布土反力(kPa)；

k_s——土的水平反力系数(kN/m³)，按式（13）计算；对多层土，按不同土层分别取值；

v_h——分布土反力计算点的支护桩水平位移值(m)；

p_{s0}——支护结构嵌固段的初始土压力(kPa)；

P_s——支护结构嵌固段的土反力合力(kN)，由式（11）计算的分布土反力 p_s 求得；

E_p——作用在支护结构嵌固段上的被动土压力合力(kN)。

c） 土的水平反力系数可按下式计算：

$$k_s = m\left(z - h_0\right) \tag{13}$$

式中：

m——土的水平反力系数的比例系数(MN/m⁴)；对多层土，按不同土层分别取值；

z——计算点距地面的深度(m)；

h_0——计算工况的基坑开挖深度(m)。

d） 土的水平反力系数的比例系数 m 宜按桩的水平荷载试验及地区经验取值，缺少试验和经验时，非软土的水平反力系数 m 可按下列经验式计算：

$$m = \frac{1}{v_b}(0.2\varphi^2 - \varphi + c) \tag{14}$$

式中：

m —土的反力系数的比例系数(MN/m⁴)；m 值应取支护结构嵌固段范围各土层按厚度的加权平均值；

c、φ—土的粘聚力(kP_a)、内摩擦角(°)；对多层土，按不同土层分别取值；

v_b —工作井开挖底面处的支护结构水平位移(mm)，当工作井开挖底面处的支护结构水平位移小于 10 mm 时，可取 v_b=10 mm。

e） 工作井支护桩内侧土抗力及支点反力的计算宽度应满足下列规定：

1）当按式(15)～式(16)计算的单桩土反力计算宽度 b_0 大于排桩间距 b_a 时，应取 b_0=b_a；

2）当按式(15)～式(16)计算的单桩土反力计算宽度 b_0 不大于排桩间距 b_a 时，b_0 应按下列相应的计算公式取值：

圆形桩

$$b_0 = 0.9(1.5d + 0.5) \quad (d \le 1m) \tag{15}$$

$$b_0 = 0.9(d + 1) \quad (d > 1m) \tag{16}$$

式中：

b_0——单桩土反力计算宽度（m）；

d——桩的直径（m）。

方桩

$$b_0 = 1.5b + 0.5 \quad (d \le 1m) \tag{17}$$

$$b_0 = d + 1 \quad (d > 1m) \tag{18}$$

式中：

b——矩形桩的宽度（m）。

6.2.7 环梁、内衬墙对支护结构的支点反力确定应符合下列规定：

a） 环梁、内衬墙对支护结构的支点反力可按式（19）确定：

$$P_h = k_R\left(v_R - v_{R0}\right) \tag{19}$$

式中：

P_h——环梁、内衬墙对支护结构的水平支点力(kN)；

k_R——等效弹性支撑系数(kN/m²)；

v_R——支护结构在支点处的水平位移值(m)；

v_{R0}——设置支点时，支护结构在支点处的初始水平位移值(m)。

b） 环梁对支护结构的等效弹性支撑系数可按式（20）确定：

$$k_R = \frac{E_h A_h}{R_{h0}^2} \tag{20}$$

式中：

k_R——环梁的等效弹性支撑系数（kN/m²）；

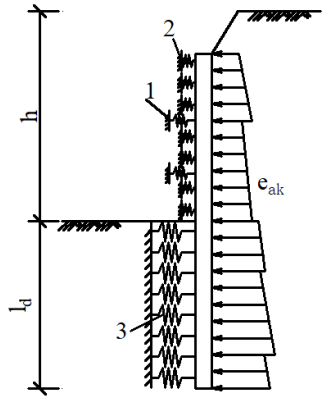
E_h——环梁材料的弹性模量（kN/m²）；

A_h——环梁截面面积（m²）；

R_{h0}——环梁中心线初始半径（m）。

c） 内衬墙环向效应可采用沿深度方向分布的弹性支撑弹簧模拟，如图 3 所示，内衬墙对支护结构的等效弹性支撑系数可按式（21）确定：

$$k_s = \frac{Ea}{R_{s0}^2} \tag{21}$$



1——环梁弹性支座；

2——内衬墙环向效应等效支撑；

3——土体弹性支座。

图 3 内衬墙环向效应等效支撑弹簧示意图

式中：

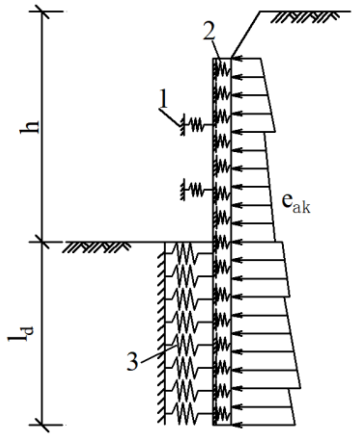
k_s——单位宽度内衬墙的等效弹性支撑系数（kN/m³）；

E——内衬墙混凝土的弹性模量（kN/m²）；

a——内衬墙墙体厚度（m）；

R_{s0}——内衬墙中心线半径（m）。

6.2.8 地下连续墙环向效应可用沿深度方向分布的支撑弹簧来代替，如图 4 所示，等效的支撑弹簧应在开挖前施加，单位宽度地下连续墙的等效弹性支撑系数可按式（22）确定：



1——环梁弹性支座；
2——圆形地下连续墙环向效应等效支撑；
3——土体弹性支座。

图 4 圆形地下连续墙环向效应等效支撑弹簧示意图

$$K_d = \alpha \frac{Ed}{R_0^2} \tag{22}$$

式中：

K_d——单位宽度墙体上地下连续墙的等效弹性支撑系数（kN/m^3）；

d——地下连续墙墙体有效厚度（m），应考虑施工偏差的影响；

E——地下连续墙墙体材料的弹性模量（kN/m^2）；

R_0——地下连续墙中心线半径（m）；

α——修正系数，应根据工程具体情况研究采用。当缺乏工程实践经验时，可取 $\alpha = 0.4 \sim 0.7$。

6.2.9 咬合桩环向效应可采用沿深度方向分布的弹性支撑弹簧代替，支撑弹簧应在开挖前施加，咬合桩支护结构的等效弹性支撑系数可参照式（22）计算，修正系数宜取小值；排桩不宜考虑环向效应。

6.2.10 工作井支护结构内力设计值及结构配筋应符合下列规定：

a） 截面弯矩设计值 M

$$M = 1.25\gamma_0 M_c \tag{23}$$

式中：γ_0——重要性系数，按本文件 4.1.3 条执行；

M_c——截面弯矩计算值(kN·m)。

b） 截面剪力设计值 V

$$V = 1.25\gamma_0 V_c \tag{24}$$

式中：γ_0——重要性系数；

V_c——截面剪力计算值(kN·m)。

排桩、地下连续墙、环梁、内衬墙、竖肋等混凝土结构的受压、正截面受弯及斜截面受剪承载力计算以及纵向钢筋、箍筋的构造要求，应符合 GB 50010 的有关规定。

6.3 地下连续墙

6.3.1 地下连续墙结构设计与计算应包括下列内容：

a） 地连墙的结构内力和变形计算、结构尺寸及配筋设计，以及兼作主体结构的一部分时的竖向承载力、沉降、变形计算；

b） 土压力和水压力作用下的结构失稳验算；
c） 存在坑底隆起、渗水、涌水风险时尚应进行基底抗隆起稳定、基坑抗渗流稳定计算；
d） 接头形式和施工工艺；
e） 单元槽段平面形状、槽段长度、布置形式；
f） 周边环境影响分析；
g） 支护体系的监测方案；
h） 导墙设计。

6.3.2 地下连续墙单元槽段的平面形状和槽段长度应考虑水文与地质条件、成槽工艺、开挖深度、结构受力特性以及基坑周边环境状况等因素确定，应符合下列规定：

a） 平面形状宜采用直线型、折线型；
b） 槽段长度宜为 4 m～6 m；
c） 当成槽施工可能对周边环境产生不利影响或槽壁稳定性较差时，应取较小的槽段长度，必要时可采用搅拌桩、旋喷桩对槽壁进行加固。

6.3.3 地下连续墙的厚度应根据基坑深度、岩土层性质，按其受弯和剪力值计算并结合成槽机械的规格确定，常用的墙体厚度一般为 800～1200 mm；地下连续墙倾斜度不应大于 1/300，竖向偏差不宜大于 100 mm。

6.3.4 地下连续墙的构造应符合下列规定:

a） 地下连续墙的混凝土设计强度等级宜取 C30～C40，墙体混凝土抗渗等级不宜低于 P6，槽段接头应满足截水要求；
b） 地下连续墙的纵向受力钢筋应沿墙身每侧均匀配置，可按内力大小沿墙体纵向分段配置，且通长配置的纵向钢筋不应小于 50%；纵向受力钢筋宜采用 HRB400 级或以上钢筋，直径不宜小于 20 mm，净间距不宜小于 75 mm。水平钢筋及构造钢筋宜选用 HPB300、HRB335、HRB400 级钢筋，直径不宜小于 12 mm，水平钢筋间距宜取 200 mm～400mm。冠梁按构造设置时，纵向钢筋锚入冠梁的长度宜取冠梁厚度，冠梁按结构受力构件设置时，纵向受力钢筋伸入冠梁的锚固长度应符合 GB 50010 对钢筋锚固的有关规定，当不能满足锚固长度的要求时，其钢筋末端可采取机械锚固措施；
c） 地下连续墙纵向受力钢筋的保护层厚度，内、外侧均不宜小于 70 mm；当地下连续墙与内衬墙组成叠合墙时，其内侧钢筋的保护层厚度可采用 50 mm；
d） 钢筋笼两侧的端部与槽段接头之间、钢筋笼两侧的端部与相邻墙段混凝土接头面之间的间隙应不大于 150 mm，纵筋下端 500 mm 长度范围内宜按 1：10 的斜度向内收口，钢筋笼的下端与槽底之间宜留有不小于 500 mm 的间隙；单元槽段的钢筋笼宜装配成一个整体；
e） 当地下连续墙与主体结构连接时，可预埋预留钢筋或预留键槽，钢筋锚固长度应满足现行混凝土结构规范要求，预埋钢筋直径不宜大于 20mm ，并应采用 HPB300 级钢筋，直径大于 20mm 时宜采用预埋套筒连接，预留键槽时，深度不宜大于墙厚的 1/4 倍，且不宜大于 20cm；
f） 钢筋笼应根据吊装的要求，设置纵横向起吊桁架，桁架主筋宜采用 HRB400 级钢筋，直径不宜小于 20 mm，且应满足吊装和沉放过程中钢筋笼的整体性及钢筋笼骨架不产生塑性变形的要求；
g） 需采用盾构（TBM）直接切削地连墙时，切削范围内地连墙宜采用玻璃纤维筋。

6.3.5 承受竖向荷载的地下连续墙，应验算其墙底地基承载力及沉降量。如不能满足设计要求，应增加地连墙的深度至良好持力层，或采用注浆等方法加固地基。

6.3.6 地下连续墙墙段之间常用的连接形式有工字钢接头、V 形钢板接头、圆形锁口管接头等。当对墙段接头防渗要求较高时，宜采用工字钢接头。盾构（TBM）直接切削地连墙时宜采用玻璃纤维钢工字接头或铣接头。

6.4 围护桩

6.4.1 工作井围护桩设计与计算应包括下列内容：

a） 土压力和水压力作用下的结构失稳验算；
b） 围护桩内力和变形计算，桩径、桩长、桩距或截面规格、桩嵌固深度、配筋或截面尺寸设

计；

c） 冠梁、内环梁或内衬墙、竖肋等布置设计及承载力和变形计算；

d） 工作井存在坑底隆起、渗水、涌水风险时尚应进行基底抗隆起稳定、基坑抗渗流稳定计算；

e） 周边环境影响分析；

f） 支护体系的监测方案。

6.4.2 城际铁路圆形工作井围护桩应根据工作井深度、周边环境、水文与地质条件等选择咬合桩或排桩。

6.4.3 围护桩的桩径、间距、垂直度偏差、嵌固深度应符合下列规定：

a） 桩的直径应根据基坑深度、土层性质和施工场地等因素，按其承受的弯矩和剪力值确定；采用混凝土灌注支护桩时，桩径不宜小于 800 mm；

b） 桩径可取 800～1500 mm；采用素混凝土桩与钢筋混凝土桩间隔搭接布置的钻孔咬合桩时，相邻桩搭接不宜小于 200 mm。结构计算时，桩径应取钢筋混凝土桩的直径，不应计入素混凝土桩截面面积；

c） 钻孔咬合桩垂直度偏差不宜大于 1/300，排桩不宜大于 1/200；

d） 围护桩嵌入坑底以下的有效深度应进行验算，以满足基坑抗隆起稳定要求、抗渗流稳定要求，可参考 JGJ 120 进行计算。

6.4.4 围护桩混凝土强度等级、配筋和钢筋保护层厚度应符合下列规定：

a） 排桩混凝土强度等级应不低于 C25；咬合桩钢筋混凝土桩混凝土强度等级应不低于 C25，硬法切割素桩混凝土等级不高于 C20，软法切割素桩混凝土等级不低于 C15；

b） 桩的纵向受力钢筋宜选用 HRB400、HRB500 级钢筋，净间距不应小于 60 mm；桩顶应按结构受力构件设置冠梁，桩身纵向受力钢筋伸入冠梁的锚固长度应符合 GB 50010 对钢筋锚固的有关规定；

c） 箍筋宜采用螺旋式箍筋，宜选用 HRB400 级钢筋，当箍筋直径小于 10 mm 时，可选用 HPB300 级钢筋，箍筋直径不宜小于 6 mm，间距宜取 100～200 mm，对桩身剪力较大的部位，尚应符合受剪承载力的要求；

d） 沿桩身配置的加强筋应满足钢筋笼起吊安装要求，加强筋宜选用 HPB300、HRB400 级钢筋，加强筋直径不宜小于 16 mm，间距宜取 1000～2000 mm；

e） 纵向受力钢筋的保护层厚度不应小于 35 mm；采用水下灌注混凝土工艺时，不应小于 50 mm；

f） 当施工方法不能保证钢筋的方向时，应采用沿截面周边均匀配置纵向钢筋的形式；

g） 当沿桩身分段配置纵向受力主筋时，分段配置的纵向钢筋的锚固长度应符合现行 GB 50010 的相关规定；

h） 需采用盾构（TBM）直接切削围护桩时，切削范围内围护桩宜采用玻璃纤维筋。

6.5 喷锚支护

6.5.1 当岩层顶面高于基坑底、岩体较完整时，围护结构可采用吊脚形式，并应符合以下规定：

a） 桩（墙）应嵌入较完整中风化岩不小于 2.5 米、微风化岩不小于 1.5 米；

b） 应在嵌岩段内围护桩（墙）上设置锁脚环梁或内衬墙；当因岩面高差起伏导致围护桩（墙）底起伏较大时，锁脚环梁或内衬墙也可部分锚固于岩体上；

c） 应重点保护围护桩（墙）底附近岩体，并应采取喷锚等措施稳定嵌岩段及下方的岩体；

d） 吊脚下方直立开挖高度较大、存在顺倾结构面、掉块等风险时，可设置微型钢管桩结合喷锚支护等措施，确保坑壁稳定。

6.5.2 工作井喷锚支护的设计，应做好工程的地质勘察工作，因地制宜，正确有效地加固围岩，合理利用围岩的自承能力。

6.5.3 工作井喷锚支护设计宜采用工程类比法，可按 GB 50086 的有关规定执行。

6.5.4 采用锚杆锚固结构物时，应验算锚杆承载力、被锚固的构筑物与地层组成的锚固结构体系的整体

稳定性。

6.5.5 锚杆的间距与长度应满足锚杆所锚固的结构物及地层整体稳定性的要求。

6.5.6 喷锚支护作为开挖后井壁防止剥落、掉块和片帮的有效手段，喷射混凝土强度等级不得低于 C25。

6.6 其它支护结构

6.6.1 围护结构顶部应设置混凝土冠梁，冠梁宽度不宜小于墙厚，偏压导致围护结构顶部位移过大时宜适当往内加大宽度，高度不宜小于墙厚的 0.6 倍；冠梁钢筋应符合 GB 50010 对梁的构造配筋要求；冠梁用作支撑或锚杆的传力构件或按空间结构设计时，尚应按受力构件进行截面设计。

6.6.2 工作井口应设置钢筋混凝土挡土（水）墙，且与冠梁应有效连接，墙厚应根据水土压力及地面荷载计算确定。

6.6.3 工作井围护结构内宜设现浇混凝土环梁或内衬墙，并应符合下列规定：

a） 环梁或内衬墙应与围护结构相连；

b） 环梁间距、断面尺寸、内衬墙厚度，应根据工作井直径、开挖深度和水文与地质条件等因素确定。

6.6.4 导墙设计应符合下列规定：

a） 地下连续墙导墙厚度不应小于 200 mm，咬合桩导墙厚度宜为 300～500 mm；

b） 内净宽宜比连续墙设计厚度大 40 mm～60 mm，比咬合桩桩径大 20～30 mm；

c） 地下连续墙导墙深度宜为 1.5m～2.0m，导墙顶面高出地面不应小于 200 mm；咬合桩导墙高出地面不小于 100 mm；

d） 宜按构造配筋，土质较好时可单面配筋，钢筋布置在导墙翼板的底面和腹板的内侧。

6.6.5 工作井冠梁、环梁、内衬墙混凝土强度等级不应低于 C30，导墙混凝土强度等级不应低于 C25。

7 主体结构

7.1 一般规定

7.1.1 工作井主体结构的设计应根据施工方法、结构（构件）类型、使用条件及荷载特性，采用概率极限状态法，对承载能力极限状态和正常使用极限状态分别进行计算。

a） 主体结构应按施工阶段和正常使用阶段分别进行结构强度、刚度和稳定性计算，满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计要求；

b） 钢筋混凝土结构按正常使用极限状态验算时，构件正截面的受力裂缝控制等级应为三级，最大裂缝宽度限值应根据结构类型、使用要求、所处环境和防水措施等因素确定。明挖主体结构的表面裂缝计算宽度最大限值按 GB/T 50476 的规定执行。

7.1.2 工作井主体结构设计应满足结构耐久性、人防、抗浮、防洪、防淹等相关要求，并应符合下列规定：

a） 工作井主体结构设计应满足 GB 50010 及 GB 55001 的要求，宜根据本文件 4.1.1 中规定的设计使用年限按 GB/T 50476 进行耐久性设计；

b） 抗震设防烈度为 6 度及以上地区，工作井主体结构应进行抗震设计。抗震设计应满足 GB 55002、GB 50909 的要求；

c） 工作井有战时防护要求且设有连通地面的设施时，应在规定的设防部位根据批准的人防抗力标准按 GB 50225 的要求进行结构验算；

d） 工作井结构应取地下水抗浮设防水位进行抗浮稳定性验算，抗浮安全系数应满足国家、地方相关规范、标准要求。

7.1.3 始发工作井的结构布置应满足反力架的设置要求。当利用后座墙为千斤顶提供支撑时，应利用土体抗力；当土体抗力及墙后土体变形不能满足盾构始发及墙体变形要求时，应采取地层加固措施。

7.2 计算

7.2.1 工作井主体结构设计与计算应包含下列内容：

a）主体结构内力和变形计算、结构尺寸及配筋设计，竖向承载力、沉降、变形计算；

b）主体结构顶板、底板、侧墙、内部结构墙、中板、梁柱等布置设计及承载力和变形计算，后浇结构与先浇结构接口设计；

c）区间隧道接口设计；

d）预留、预埋件设计。

7.2.2 主体结构计算分析模型应符合结构的实际工作条件，并反映围岩与结构的相互作用，且应符合下列规定：

a） 支护结构与主体结构之间、喷锚支护与主体结构之间等共同承载体系，应根据结构构造型式和结合情况，选用与其传力特征相符的计算模型；

b） 当受力过程中结构体系、荷载形式等有变化时，宜根据结构的施作顺序及受力条件，按结构的实际受载过程及结构体系变形的连续性进行结构分析；

c） 结构计算简图、几何尺寸、计算参数、边界条件、结构材料性能指标以及构造措施等应符合实际工作状况；

d） 主体结构宜按底板支承在弹性地基上的结构物进行计算，应根据不同支护型式、主体与支护结构的结合情况、底板下设置抗拔桩情况及施工要求确定相应的计算模型，应计及各层板的压缩变形、斜托和支座宽度的影响。

7.2.3 工作井主体结构空间受力作用明显区段，应充分考虑其空间受力的特性，按空间结构进行计算分析，且应符合下列规定：

a） 计算宜采用“荷载-结构”法，建立三维空间结构模型，按照空间弹性地基板法进行计算；

b） 当考虑围护结构与主体结构共同作用时，支护结构与主体结构均可采用“板”单元进行模

拟，结构间可采用仅受压弹簧模拟，三维整体建模时应考虑类圆形及接头的影响采用折线形单元；

c） 计算时水压力宜施加在主体结构顶、底板与侧墙上，土压力根据实际情况考虑；

d） 圆形工作井主体结构侧墙因与区间隧道连通因此侧墙上有较大尺寸的开洞（至少开洞 2 或 4 个孔洞），宜采用三维空间整体建模分析；

e） 主体结构计算时，土压力应根据实际情况考虑，一般来说土压力施加在支护结构上，但当主体结构上部采取吊脚墙（桩）支护时，土压力应施加在主体结构侧墙上；

f） 考虑到城际铁路线路埋深较深，运营阶段工作井顶板覆土较厚，因此，运营阶段的工作井顶板、底板的内力值在计算时取二维平面模型计算。

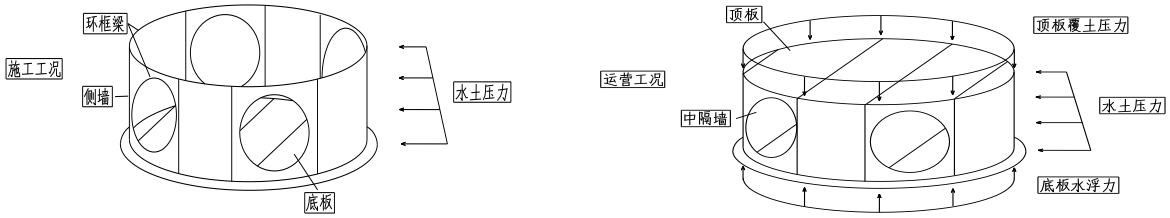


图 5 工作井主体结构三维计算模型

7.2.4 工作井主体结构二维平面计算应符合下列规定：

a） 二维平面计算宜采用“荷载-结构”模型；

b） 二维平面计算应根据构件类型、使用条件、荷载特性、施工方法等条件，分不同工况，选取合理断面进行；

c） 工作井主体结构计算模型为支承在弹性地基上的平面框架结构，基底可采用土弹簧模拟，如图 6。

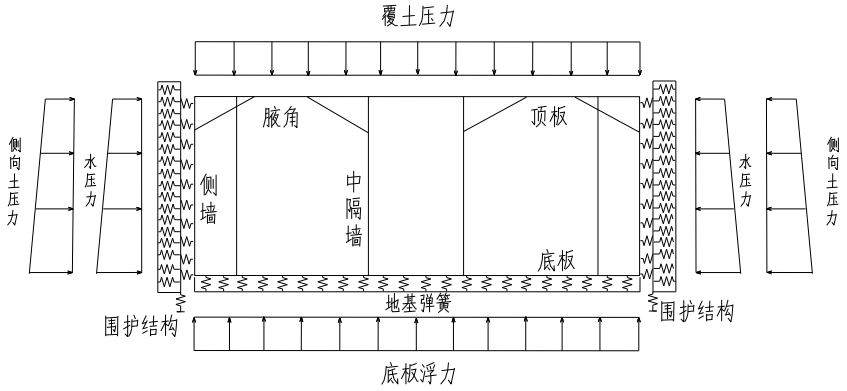


图 6 工作井主体结构二维平面计算模型

7.3 设计

7.2.5 工作井主体结构设计应符合下列规定：

a） 覆土厚度大时，工作井顶板可做成大腋角多跨平顶结构、多跨拱结构或穹顶结构；

b） 顶板、中板应预留施工需要的吊装孔或先施工顶（中）板环梁，待区间隧道完成后再施工剩余结构；

c） 主体侧墙与地连墙可组合形成叠合墙结构，叠合面应通过设置拉结筋或钢筋接驳器、抗剪块或表面凿毛等工程措施满足叠合面抗剪能力要求；

d） 工作井内支承墙应根据顶、底板受力要求合理布置，并应满足限界要求；

e） 当地下连续墙或咬合桩等支护结构作为永久结构的一部分时，主体结构正常使用阶段计算应计入支护结构的作用，支护结构的刚度宜按工程经验折减；

f） 坑底位于软弱土层、地基承载力或变形不满足要求时，应进行地基处理；

g） 坑底位于中风化、微风化岩层时，盾构施工期间可以在工作井底板位置设置环梁，剩余底板可后浇或部分后浇。

7.3.1 洞门设计根据区间隧道与工作井主体结构连接形式确定。当区间隧道采用管片与工作井结构端墙连接时，宜在井内设置垂直于线路方向的端墙式洞门；当采用二次衬砌与结构端墙连接时，可设置空间环梁或在洞口两侧设置壁柱、上方设置结构梁。

7.3.2 工作井主体结构侧墙与区间隧道开洞连接处，应对开洞周边结构进行刚度补强并与区间隧道可靠连接。

7.3.3 盾构工作井洞门处应设置满足盾构始发和接收要求的洞门密封装置，洞门结构内应设置洞门密封装置预埋件。

7.3.4 钢筋的混凝土保护层厚度应根据结构类别、环境条件和耐久性要求等确定，一般环境作用下混凝土结构构件钢筋净保护层最小厚度应符合表 7 的规定。

表 7 一般环境作用下混凝土结构构件最外层钢筋最小净保护层厚度（mm）

结构类别	主体结构 顶、底板及外墙		主体结构	内部结构
	外侧	内侧	中楼板及梁柱	内部墙体、梁、板、楼梯
保护层厚度	45	35	30	25

注： 受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径；

7.3.5 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等，应符合耐久性规定，并应满足抗裂、抗渗和抗侵蚀的要求。一般环境条件下的混凝土设计强度等级不得低于表 8 的规定。

表 8 一般环境条件下混凝土的最低设计强度等级

明挖法	作为永久构件的钢筋混凝土结构	C35
	预制装配式钢筋混凝土结构	C50
	作为永久结构的地下连续墙和灌注桩	C35

7.3.6 大体积浇筑的混凝土不应采用高水化热水泥，并应掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿碴等，应控制水泥用量、限制水胶比，且混凝土入模温度不宜高于 28° 。

7.3.7 钢筋及连接应符合下列规定：

a） 混凝土结构构件的纵横向受力钢筋应采用不低于 HRB400 钢筋；分布钢筋宜采用不低于 HRB400 钢筋；箍筋宜采用 HRB400 或 HPB300 钢筋；

b） 钢筋接驳器的连接和性能要求应符合 JGJ 107 的规定；

c） 永久结构钢筋和钢材应符合 GB 50011 的规定。

7.4 工程防水

7.4.1 工作井防水设计应遵循"以防为主、刚柔结合、多道防线、因地制宜、综合治理"的原则，采取与结构形式、施工方法相适应的防排水措施。

7.4.2 工作井防水等级应符合下列规定：

a） 具有设备综合洞室功能的主体结构，机电设备集中区段的防水等级应为一级，不得渗水，结构表面应无湿渍；

b） 作为区间结构仅需满足行车、区间设备安装空间需求的主体结构，结构防水等级应为二级，顶部不得滴漏，其他部位不得漏水；结构表面可有少量湿渍，总湿渍面积不应大于总防水面积的

2/1000，任意 100 m^2 防水面积上的湿渍不应超过 3 处，单个湿渍的最大面积不应大于 0.2 m^2。

7.4.3 工作井主体结构应采用防水混凝土，防水混凝土的设计抗渗等级应根据工程埋深确定，抗渗等级应符合表 9 的规定：

表 9 防水混凝土抗渗等级

工程埋置深度 h (m)	设计抗渗等级
h<20	P8
20≤h<30	P10
40＞h≥30	P12

注：当结构埋置深度大于 40m 时，防水混凝土的抗渗等级应根据工程具体情况以及结构强度等级和结构耐久性设计要求确定。

7.4.4 当处于侵蚀性地层中时，主体结构防水混凝土的氯离子扩散系数不宜大于 4×10^{-12} m^2/s。

7.4.5 作井主体结构应以混凝土结构自防水为主，以接缝防水为重点，并辅以结构外设防水层加强防水，同时应满足结构使用要求。

7.4.6 工作井主体结构侧墙与区间隧道开洞连接处应采取后浇微膨胀混凝土、止水带、预埋注浆管等加强止水措施。

7.4.7 主体侧墙采用复合形式结构时，侧墙与区间隧道所选用的不同防水层应能相互过渡粘结或焊接，形成连续整体密封的防水体系。结构顶、底板迎水面防水层与侧墙防水层宜形成整体密封防水层，并应根据不同部位设置与其相适应的保护层。

7.4.8 主体侧墙采用叠合形式结构时，侧墙部位的外设防水层应采用水泥基防水材料。墙面、墙缝应进行堵漏、凿毛、清洗，而后再浇筑侧墙，结构顶、底板迎水面应设置柔性防水层，并应处理好刚、柔连接过渡区的密封。

7.4.9 防水层设计应适应工程特点和施工环境条件，符合环境保护规定。防水层与相邻材料间及其施工工艺不应产生有害的物理和化学作用。

7.4.10 防水工程的新材料、新技术、新工艺应进行专项论证后方可应用。

7.4.11 防水混凝土结构底板的混凝土垫层，强度等级不应小于 C20，厚度不应小于 100 mm，在软弱土层中不应小于 150 mm。

7.4.12 垫层混凝土表面宜随浇随抹，表面抹平压光。垫层与立面交接处的阴阳角应抹成半径或边长大于 50 mm 的圆弧或折线。

7.4.13 永久使用阶段工作井设置有出地面井口时，应有防倒灌措施。

7.4.14 当工作井修建或运营中的排水可能造成环境污染和危害时，应采取防污染等相关措施；应采取保护环境，防止水土流失的措施。

8 电气设备房屋

8.1 永久工作井的总体布置应根据线路特征、地上和地下周边环境及施工工法等条件确定。

8.2 永久工作井是区间施工工法而形成的自然空间，原则上区间电力、弱电设备、横通道等优先利用工作井空间布置。

8.3 永久工作井设备用房主要为区间的电气设备房屋，应合理布置满足设备及系统功能要求，并宜采用标准化、模块化、集约化设计。

8.4 区间电气设备用房为无人值守房间，宜集中设置在轨道层，可利用轨行区同层疏散，不设置出地面的疏散楼梯。若需区间电气设备房屋设置在轨道层与室外地面之间时，需设置出地面疏散楼梯。

注：隧道内设备洞室设置在轨道层及其下方时，可利用隧道纵向疏散通道进行疏散；设置在轨道层与室外地面之间时，按地下车站无人值守的设备管理区进行防火设计。

8.5 工作井建筑布局典型方案详见附录C。

8.6 临近轨道建筑限界的房间应考虑施工误差，必须满足建筑限要求。

8.7 永久工作井内设置的电气设备房屋装修应采用防火、防潮、防腐、耐久、易清洁的材料。

8.8 永久工作井内设置的电气设备房屋应设置导向、事故疏散标志。

8.9 永久工作井内设置的电气设备房屋的出地面附属设施的防洪、防涝设防等级应符合现行国家、行业及地方相关标准的规定。

9 施工

9.1 一般规定

9.1.1 施工前应取得勘察设计文件，详细调查周边环境，核实地下构筑物、管线和地质情况。

9.1.2 根据勘察设计文件及收集到的相关资料，编制圆形工作井施工组织设计及专项施工方案，按规定组织专家论证，完成报批报审。

9.1.3 工作井施工场地布置综合考虑道路运输、材料供应、设备选型和施工工艺要求，场地条件应分阶段布置。

9.1.4 施工设备应结合设计文件、周边环境、场地与地质条件、施工组织等合理选型。

9.1.5 围护结构施工前，应对墙（桩）位挖探坑，确保无地下管线和障碍物后方可施工，对需要保留的地下管线采取保护措施；施工前应完成周边监测布点和初始值采集工作。

9.2 盾构始发接收条件

9.2.1 盾构始发、接收工作井及导洞应符合下列规定：

a） 根据区间工期、工程地质、场地、周边环境和导洞实施条件等综合考虑工作井盾构始发方式，导洞实施条件较好且能满足工筹时，宜采用整体始发；

b） 采用单井整体始发时，宜设置长度不小于盾构机整机长度90%的前导洞，后导洞长度宜满足出碴电瓶机车编组长度需求；

c） 采用多井组合整体始发时，前后井之间的导洞长度宜满足盾构整体始发要求，导洞长度受限时，可增设前后导洞满足整体始发要求；

d） 采用小分体始发时，工作井及前导洞的净空长度应大于盾构机至少配置一节拖车的长度；

e） 采用大分体始发时，工作井内净空长度无法满足时应设置前导洞；

f） 采用单井分体始发时，应根据电瓶机车编组长度设后导洞；

g） 接收工作井净空长度超过盾构主机长度不宜小于2m；

h） 盾构始发方式及导洞布置方案可参考附录B。

9.2.2 工作井洞门采用盾构掘进破除围护结构时，洞门破除区域围护结构应采用盾构可切削材料替代钢筋。

9.2.3 工作井未设置前导洞，井内盾构始发应设置洞门封堵端墙和洞门密封装置，端墙与围护结构之间采用素混凝土填实。地质条件好也可设置异型延长钢套筒洞门密封装置，设置回填素混凝土补齐端墙，提供盾构始发的刀盘切削面。

9.2.4 工作井洞门破除顺序宜为左右线斜对角开洞，同时开洞数量不得大于 2 个。

9.2.5 盾构施工阶段的施工荷载应满足设计文件规定。

9.2.6 工作井深度超过 30m、盾构隧道长度超过 1.5km 时，土压盾构、TBM 施工宜采用工作井垂直皮带机和隧道内水平运输皮带机出碴，皮带机的布置不应影响后续工序的施工。

9.3 场地布置

9.3.1 工作井施工场地布置应符合下列原则：

a） 平面布置应科学合理，减少施工场地占用面积，合理组织运输，减少二次搬运；

b） 根据施工安排，分阶段（期）布置施工场地；

c） 施工场地布置要素齐全，工作井、场地内外通道、现场加工设施、材料堆场、临时用水电、排水通道、消防设施、机械设备及作业区等均应标示在场地布置图上，并附文字说明；

d） 遵守当地主管部门和建设单位关于施工现场安全文明施工的相关规定。

9.3.2 工作井盾构施工场地面积需求参考下列规定：

a） 提供一台盾构始发的单圆形井场地面积不应小于 4000m^2，提供两台盾构始发兼接收不应小于 6000m^2；

b） 提供 3～4 台盾构始发的大小组合工作井场地面积不应小于 8000m^2；

c） 工作井场地可布置碴土分离处理系统，根据建设规模占地面积宜为 1000～3000m^2；

d） 工作井场地条件受限不利于盾构施工布置时，场地需求面积可根据实际需求进行调整；

e） 工作井的场地布置方案可参考附录 C。

9.3.3 工作井围护、主体结构施工阶段场地布置应合理，大型机械设备作业区布置应满足设计超载控制要求。

9.3.4 工作井盾构施工场地布置宜符合下列规定：

a） 结合盾构运输、吊装、场地形状等综合考虑，施工场内道路布置实行人车分流；

b） 垂直运输门式起重机可与工作井线路平行或垂直布置，走行范围应覆盖碴土坑和管片等材料堆放区，走行轨区应设置物理隔离设施；

c） 砂浆拌合站宜紧邻工作井布置，材料运输道路应通畅，碴土池及相关材料堆场面积满足施工需求；

d） 工作井施工电梯、上下楼梯、垂直出碴皮带机等布置应与工作井预埋件连接牢靠，且不得影响盾构吊装；

e） 盾构外循环水池、冷却塔等宜布置在井下，当井下空间不满足时可布置于地面；

f） 采用垂直出碴皮带机时，地面水平段不应横跨门式起重机走行范围。因场地限制必须跨越时，垂直起吊门式机宜采用桥式起重机；

g） 施工场地具备条件时宜安装盾构出碴分离系统设施，加强碴料的循环利用。

9.4 支护结构

9.4.1 地下连续墙施工应遵守下列规定：

a）地下连续墙的施工应根据地质条件的适应性等因素选择成槽设备；成槽施工前应进行成槽试验，并通过试验确定施工工艺及施工参数；

b） 当地下连续墙施工范围地质较差或临近的既有建筑物、地下管线、地下构筑物对地基变形敏感时，地下连续墙的施工应采取有效措施控制槽壁变形；

c）槽段开挖前，应沿地下连续墙墙面两侧构筑导墙；导墙结构强度应满足施工过程中的承载要求，基底应密实，顶部高出地面不宜小于 200 mm，埋深不小于 1.5m。导墙外侧土应夯实，导墙内设置支撑防止导墙结构变形或位移；

d） 成槽前，应根据地质条件进行护壁泥浆材料的试配及室内性能试验，泥浆配比应按试验确定；新拌制泥浆应贮放 24h，待泥浆材料充分水化且性能指标符合相关技术指标后方可使用；

e）圆形工作井围护连续墙应采用正多边形的类圆形结构，连续墙槽段根据工作井直径可划分“一”字形或者“折线”形；单元槽段宜采用间隔一个或多个槽段的跳幅施工顺序；每个单元槽段挖槽分段不宜超过 3 个，单元槽段长度宜根据成槽设备和浇筑工艺合理划分；

f） 在吊放钢筋笼前，宜采用钢丝刷等清刷工具对工字钢接头清刷；采用铣接头时应对槽段接头或相邻槽段接头混凝土面采用刷槽器等进行清刷；清刷后的槽段接头和混凝土面不得夹泥；

g） 槽段混凝土浇筑过程中应采取防止混凝土产生扰流的措施；

h） 槽段成槽时，护壁泥浆液面应高于导墙底面 500mm。挖掘的槽壁及接头处应保持竖直，其倾斜率应不大于 1/300，接头处两相邻槽段和折点处的挖槽中心线在任一深度的偏差值均不得大于 50mm；槽底高程不得高于墙底设计高程，验收合格后方可进行清孔，槽段清孔后的泥浆性能指标应符合规定；

i） 连续墙钢筋笼加工、沉放符合下列规定：

1） 钢筋笼制作时，纵向受力钢筋的接头不宜设置在受力较大处；同一区段内钢筋连接方式和接头比例等应符合 GB 50010 的要求；

2） 吊点焊接应牢固，应采取措施保证钢筋笼起吊刚度；折线形钢筋笼吊装时应增设临时的连接钢筋；

3） 钢筋笼应设钢板定位垫块，定位块有效不宜小于 50mm、宽不小于 200mm，竖向间距为 3～5 m，每层应设 2～3 块；

4） 钢筋笼宜整体装配和沉放，需要分段吊装时应采用机械连接；

5） 钢筋笼起吊应平稳，吊直并应对准槽段中心线缓慢沉入，不得碰撞槽壁和强行入槽；

j） 地下连续墙应采用导管法浇筑混凝土；导管拼接时宜进行压力试验，混凝土浇筑时导管内应预先设置隔水栓；

k） 浇筑导管之间的距离不宜大于 3m，导管距离浇筑槽边的距离不宜大于 1.5m，导管下端距槽底应为 300～500 mm；混凝土浇筑过程中，导管埋深应在 2m～6m 之间，相邻两导管内混凝土高差不应大于 0.5 m，混凝土灌注速度不应低于 3 m/h,混凝土浇筑面宜高于地下连续墙设计顶面 300mm～500 mm。

9.4.2 咬合桩施工应符合下列规定：

a） 咬合桩施工可采用软咬合或硬咬合法施工；采用软咬合时宜选用全套管钻机，采用硬咬合时宜采用全套管全回转钻机；

b） 导墙地基应坚实，能承受施工机械设备等附加荷载，导墙混凝土未达到设计强度前重型机械设备不得在附近作业或停留；

c） 咬合桩施工前应探明地下地层分布情况，选择代表性地质条件区进行工艺性试验，以确定成孔设备、施工工艺参数；试验桩数量应根据工程规模和地质报告确定，一般不少于 1 组，每组不应少于 3 根，其中 I 序桩不应少于 2 根，II 序桩不应少于 1 根；

d） 采用全套管、全回转钻机施工时，咬合桩成孔中应保持钢套管底部标高低于取土面不小于 2.5 m，地面应留有 1.2～1.5 m；

e） 采用软咬合法施工时应跳孔施工，应按照先 A 序桩后 B 序桩的顺序进行施工，并应遵守下列规定：

1） 起点应设置一根砂桩，用于第一根桩与最后一根桩的封闭咬合；

2） 序桩的钢套管沉入深度应比 A 序桩深 500 mm；

3） 序桩应采用超缓凝混凝土，B 序桩应采用普通混凝土；

4） 序桩终凝前应完成 B 序桩的施工。A 序桩混凝土的初凝时间应根据成桩工艺及土层情况综合确定，且不宜小于 60 h；

f） 成孔过程中加强垂直度的检测，成孔检查合格后吊放钢筋笼，有预埋件的钢筋笼不得扭转；

g） 咬合桩混凝土灌注应遵守下列规定：

1） 软咬合在混凝土灌注过程中应边灌注混凝土边上拔套管，且应确保套管底部标高不低于混凝

土顶面以下 2.5 m；

2） 灌注过程中随时量测混凝土面的高程，最终混凝土灌注面应比设计文件规定的标高高出 300～500 mm；

3） 硬咬合时，A 序桩、B 序桩混凝土均应采用普通混凝土；B 序桩施工时两侧 A 序混凝土强度差值不宜大于 3 MPa；

图 17 咬合桩钢筋笼防上浮和下沉装置示意图

h） 咬合桩施工应遵守 JGJ/T 396 的相关要求。

9.4.3 排桩施工应遵守下列规定：

a） 排桩的施工应遵守 JGJ 94、JGJ 120 的有关规定；

b） 排桩应与止水帷幕配合使用，宜先施工排桩，后施工止水帷幕；

c）排桩施工应采取跳桩间隔施工顺序，应在先浇筑灌注桩混凝土终凝后再进行相邻桩的成孔施工；

d） 排桩施工应选择合理的施工设备和工艺施工，工程桩施工前宜进行试桩；

e） 排桩施工桩位偏差应为 50mm，孔深偏差 0mm～+300mm，孔底沉碴厚度不应大于 100mm，桩身垂直度不应大于 1/150，预埋件位置的允许偏差 20mm，其他特殊要求应满足设计规定。

9.4.4 环（冠）梁、内衬墙施工应遵守下列规定：

a） 工作井内支撑应采用内环梁、内衬墙或两者的组合结构，其结构尺寸和形式应满足设计文件要求，内衬结构施工与工作井开挖的工况与设计一致，严禁超挖；

b） 工作井冠梁施工前，墙（桩）顶应凿至密实混凝土面，露出的钢筋应满足设计要求的锚固长度；

c） 内环梁、内衬墙与围护结构的接触部位应凿毛清理干净，围护结构的预埋钢筋、植筋、吊筋等锚固长度应满足设计要求；

d） 环梁、内衬墙钢筋应按照设计要求预弯，钢筋及预埋件安装遵守 GB 50204 规定；

e） 环梁、内衬墙宜采用定型模板施工，每道环梁、内衬墙宜一次浇筑完成；

f） 内衬墙采用逆作法时，分段施工高度不宜超过 3m，模板顶部灌注口应设置超高 30cm 的浇筑漏斗，上下两段内衬墙结构之间施工缝采用内低外高的斜接口，倾斜角度宜控制在 30°～45°之间；

g） 内衬墙有防水设计要求时，应按设计要求做好防水基面的处理和施工缝的防水；

h） 下层土方开挖时，内环梁、内衬墙混凝土强度等级应符合设计文件要求，无要求的应达到设计文件规定混凝土强度等级的 85%。

9.4.5 工作井围护结构如采用吊脚方案，吊脚附近岩层开挖宜控制好开挖面，避免超挖或者引起吊脚垮塌。

9.4.6 喷锚支护施工应按 GB 50086 的有关规定执行。

9.5 开挖与回填

9.5.1 工作井开挖前应完成下列工作：

a） 完成土石方开挖的专项施工方案编制和评审；

b） 已落实弃、存土场地，并勘察好运输路线；

c） 工作井范围内障碍物已清除，临时运输道路已修整完成；

d） 围护结构已通过质量检测，无影响工作井开挖的质量缺陷；

e） 工作井开挖前应通过开挖关键节点的核查验收。

9.5.2 基坑开挖过程应遵循分层分段、先支后挖、对称开挖、严禁超挖的基本原则。工作井土石方开挖宜采用盆式开挖，开挖分层厚度、分层长度等应结合地层条件、支撑体系、周边环境敏感程度等综合确定，流塑状软土分层厚度不应超过 1m，禁止采用掏脚、反坡开挖。

9.5.3 基坑土石方应待环梁、内衬墙、锚杆注浆体等达到设计强度、预应力锚杆张拉锁定后方可开挖。

9.5.4 软弱土层在开挖前应根据设计文件进行改良处理，淤泥层土方开挖应采用小型挖掘机，并采取防止机械沉陷的措施。

9.5.5 石方开挖可采用机械凿除、预裂、爆破等方式，如采用爆破法，并应编制专项施工方案，并办理相关行政许可手续。

9.5.6 工作井吊脚底部岩面边壁应采用小型机具或人工进行切削清坡，边壁不应出现超挖或造成岩体松动。

9.5.7 工作井周边地面超载应符合设计要求，施工及机械设备临时荷载不得超过设计允许要求。

9.5.8 工作井开挖至基底时应遵守下列规定：

a） 土质基底开挖不得超挖和扰动基底原状土体；

b） 土质基底开挖至基底设计标高 200mm 以上时，经地基承载力检测合格后人工清理，及时施工垫层和底板结构；

c） 岩层基底宜分次开挖至设计标高以下，超挖部分采用素混凝土回填找平；

d） 中、微风化岩层基底可不进行地基承载力检测，直接施工垫层和底板结构。

9.5.9 工作井出碴宜选择技术参数和性能满足施工需求的垂直出碴机械设备，工作井开挖深度超过 20m 时，应设置井下通风系统。

9.5.10 工作井应设置上下井安全通道不少于两处，开挖深度超过 30m 的工作井宜设置施工电梯。

9.5.11 工作井土石方回填应按设计要求采用合格的回填料，分层、对称、均衡进行回填压实，应满足 GB/T 51310 规定施工。压实系数应满足回填后场地使用要求，作为路基或其他建筑物基础使用的回填部位，尚应符合 GB 51004 和相关行业标准的要求。

9.5.12 基坑回填应待主体结构达到设计强度后方可实施。回填料不得采用淤泥、淤泥质土、杂填土等，碎石类土或爆破石碴用作回填土料时，其最大粒径不应超过每层铺填厚度的 2/3，大块料不应集中铺填，且不得回填在分段接头处。

9.6 地下水控制

9.6.1 地下水和地表水控制应根据工作井开挖场地工程地质、水文地质、周边环境条件及设计文件编制专项施工方案。

9.6.2 地下水控制设计应根据周边环境以及水文地质条件确定，工作井开挖的降、排水方案应符合以下规定：

a）当采用降水方案时，必须充分考虑对周围环境的影响，必要时还应增加回灌措施。工作井按照设计要求施工降水井，在开挖前应持续进行降水施工，地下水位于开挖面 0.5～1m 以下；淤泥、淤泥质土等深厚软弱土层开挖前应提前持续降水至软弱土层以下，使软弱土层达到一定程度的固结；

b） 当采用截水方案时，应进行专门的截水设计，防止地表水或地下水进入工作井。工作井围护结构边按设计要求设置不小于 500 mm 高的挡水墙，基坑外设置排水沟，井内采取集水明排等技术措施，应与整体降水系统有效结合。

9.6.3 降水系统应进行试运行，试运行前应测定各井口和地面标高、静止水位，检查抽水设备、抽水与

排水系统；试运行抽水控制时间为 1 d，应检查出水质量和出水量。

9.6.4 淤泥、淤泥质土、岩溶、断层破碎带、风化槽等特殊岩土的工作井宜根据设计文件要求采取加固、充填、截水等措施，应符合下列规定：

a） 当基坑底有强透水砂层、基岩构造带或破碎带时，特别是当基坑底埋藏有承压水时，截水帷幕设计宜穿过强透水层和承压含水层。当截水帷幕太深时，可比选采用注浆封底等措施；

b） 地下水较丰富的地层中采用喷锚支护时，应事先采取注浆等止水措施；

c） 在岩溶发育区，基坑开挖可能揭露岩溶水，特别是岩溶水承压且水量较大时，应采取可靠的截水和堵水措施，并在勘察、设计和施工等各个环节采取相应措施，保证基坑工程和周边环境的安全；

d） 工作井底板在施工阶段宜设置泄水孔或保留降水井，待施工完毕后再回填处理。

9.6.5 当支护结构或地基处理施工时，应采取措施防止注浆等施工行为造成降水井的失效。

9.6.6 当坑底下部的承压水可能影响到工作井安全时，应采取坑底土体加固或降低承压水头等治理措施。

9.6.7 周边环境敏感、涌水量大的工作井宜设置回灌井；降水井在主体结构满足抗浮功能后封闭。

9.7 主体结构

9.7.1 工作井主体结构施工顺序应遵守设计文件规定，与土石方开挖、内环梁、内衬墙及盾构施工需求一致。

9.7.2 钢筋的性能、进场验收及施工要求等应遵守 GB 50666 的规定。

9.7.3 工作井主体结构侧墙可采用顺作法或逆作法施工；采用逆作法施工时，下部后浇墙体与上部先浇墙体的混凝土连接可按图 19 处理，接缝离开上层板底的距离应大于 1m，预留插筋可以焊接搭接或套筒连接。

9.7.4 工作井围护结构预留钢筋接驳器数量不足时，不足部分宜采用植筋替代接驳器，并按照要求进行抗拉拔力检测。

9.7.5 逆作法结构应采用模板支架施工，支架基础的承载力和变形应通过验算，宜采用素混凝土垫层，标高不应低于工作井每个工况的允许开挖标高。

9.7.6 工作井井壁结构、底板等厚度超过 1m 时，应按照大体积混凝土施工控制技术，并符合 GB 50496 规定。

9.7.7 工作井结构防水施工应遵守 GB 55030 规定。

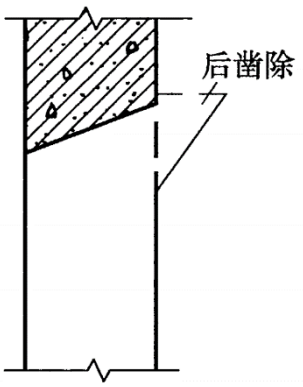


图 19 混凝土墙体上下混凝土连接施工示意图

9.7.8 圆形工作井预铺防水卷材施工需满足以下要求：

a） 阴、阳角部位应做成圆弧形或八字角，不铺设附加层，先进行测量、弹线、定位，对卷材进行裁剪铺设，将预铺防水卷材空铺或临时固定在基层上，使后浇混凝土与卷材胶膜层紧密粘合；

b） 高分子预铺卷材不设保护层，在绑扎钢筋时应采取保护措施，卷材长边应采用自粘胶、胶粘带或热风焊接；

c） 采用热风焊接时，搭接缝上应覆盖高分子自粘胶带，胶带宽度不应小于 120mm；短边应采用胶粘带搭接或对接，侧壁卷材防水层应有保护措施，以便于侧壁外防水层连接。

9.7.9 防水工程应由专业队伍施工，主要作业人员应持有技能水平等级证书。

9.7.10 工作井主体防水工程应按设计的防水等级标准进行验收，渗漏水的调查与检测应符合现行国家标准 GB 55030、GB 50208 的规定。防水混凝土、细部构造、外设防水层的质量验收应符合现行国家标准 GB 50208 的规定。

9.7.11 工作井防水工程在运行期发生渗漏时，应进行现场勘查、确定渗漏原因、制定维修方案，并应在治理完成后进行专项验收。

9.7.12 工作井主体结构混凝土施工应遵守下列规定：

a） 混凝土配合比设计应满足强度等级、耐久性、抗渗性、体积稳定性等设计要求，同时还应满足大体积混凝土施工工艺要求，并应合理使用原材料、降低混凝土绝热温升值；

b） 混凝土制备及运输应根据运输距离、运输设备、供应能力、材料批次、环境温度等调整混凝土的有关参数；

c） 混凝土宜采用泵送方式分层连续浇筑，层厚宜为 300mm～500mm，振捣时应避免过振和漏振，宜采用二次振捣工艺；

d） 宜采用塑料薄膜、土工布、阻燃保温被等保温材料对混凝土进行保温保湿养护，保湿持续养护时间不宜少于 14d，拆模时间宜延迟；

e） 加强混凝土里表温差和降温速率的监测，当实测结果不满足温控指标要求时，应及时调整保温养护措施；

f） 混凝土保温覆盖层拆除应分层逐步进行，当混凝土表面温度与环境最大温差小于 20℃时可全部拆除。

10 施工监测与检测

10.1 工作井施工监测

10.1.1 工作井监测项目应与工作井支护结构设计、施工方案相匹配；应针对监测对象的关键部位进行重点观测。

10.1.2 工作井监测项目应根据表 11 进行选择。

表 11 工作井监测项目表

监测项目		监测要求	
		支护结构 安全等级一级	支护结构 安全等级二级
工作井	围护结构（边坡）顶部水平位移	应测	应测
	围护结构（边坡）顶部竖向位移	应测	应测
	深层水平位移	应测	应测

	围护结构内力	应测	宜测
	环梁（内衬墙）轴力	应测	应测
	工作井内净空收敛	应测	应测
	锚杆轴力	应测	宜测
	坑底隆起	可测	可测
	围护结构侧向土压力	可测	可测
	孔隙水压力	可测	可测
	地下水位	应测	应测
	土体分层竖向位移	可测	可测
	周边地表竖向位移	应测	应测
	爆破震速	应测	应测
周边建筑	竖向位移	应测	应测
	倾斜（高层建筑）	应测	宜测
	水平位移	宜测	可测
周边建筑裂缝、地表裂缝		应测	应测
周边管线	管线监测项目根据产权单位要求确定	应测	应测
周边道路竖向位移（挡墙竖向位移、倾斜）		应测	宜测

10.1.3 圆形工作井基坑工程监测中，符合以下情况之一时，宜采用自动化监测：

a） 监测频率要求较高的基坑工程；
b） 现场难以人工实施的基坑工程；
c） 基坑支护结构安全等级为一级或周边环境风险等级为一级的基坑工程；
d） 其他具有特殊要求的基坑工程。

10.1.4 土岩组合工作井应根据工作井安全等级、岩体质量、土岩分布、土岩接合面及地下水状况、支护形式、周边环境变形控制要求，按照本文件 10.1.2 条选择监控项目，围护结构嵌岩体的水平向位移宜进行监测。

10.1.5 岩体工作井、土岩组合工作井采用爆破开挖时，应对爆破振动影响范围内的建（构）筑物、桥梁、道路、管线等保护对象进行质点振动速度或加速度监测。

10.1.6 当工作井周边有地铁、城际铁路、高速铁路、隧道或其他对位移有特殊要求的建筑及设施时，监测项目应与有关管理部门或单位协商确定。

10.1.7 工作井施工和使用期间，每天均应由专人进行巡视检查，做好巡查记录。

10.1.8 岩体工作井、土岩组合工作井巡视需重点巡视岩体结构面产状、结构面含水情况，采用吊脚支护结构时，岩肩处岩体有无开裂掉块，爆破后岩体是否出现松动。

10.1.9 监测点的布置应合理，能反映监测对象的实际状态及其变化趋势。

10.1.10 不同项目的监测点宜布置在同一监测断面上，监测标志应稳固可靠、标识清晰。

10.1.11 监测点的布设要求应根据表 12 选择。

表 12 工作井监测项目布点要求

监测项目		测点布置要求	
		测点间距	测点组数
工作井	围护结构（边坡）顶部水平位移	10m～20m	2 组
	围护结构（边坡）顶部竖向位移	10m～20m	2 组
	深层水平位移	20m～40m	2 组
	围护结构内力	10m～30m	4 个象限布置
	内衬环梁（内衬墙）轴力	10m～30m	4 个象限布置
	工作井内净空收敛	竖向 5m～10m	4 个象限布置
	锚杆轴力	10m～20m	4 个象限布置
	坑底隆起	视情况确定	视情况确定
	围护结构侧向土压力	竖向 2m～5m	2 组
	孔隙水压力	竖向 2m～5m	3 个
	地下水位	20m～50m	2 个
	土体分层竖向位移	视情况确定	视情况确定
	周边地表竖向位移	水平 5m，不少于 5 个	3 组
	爆破震速	20m	2 组
周边建（构）筑物	竖向位移	10m～15m	不少于 3 个
	倾斜	10m～15m	不少于 3 个
	水平位移	视情况确定	不少于 3 个
周边建筑裂缝、地表裂缝		视情况确定	不少于 2 个/条
周边管线	测量项目根据产权单位确定	视情况确定	视情况确定

周边道路竖向位移	视情况确定	视情况确定
爆破震动监测	视情况确定	视情况确定

10.1.12 监测方法的选择应根据监测对象的监控要求、现场条件、当地经验和方法适用性等因素综合确定。

10.1.13 变形监测网的基准点、工作基点设置符合要求，监测仪器和元器件有良好的精度、稳定度和可靠性。

10.1.14 监测项目初始值应在相关施工工序之前测定，并取至少连续观测 3 次的稳定值的平均值。

10.1.15 工作井围护结构内力、地下水位、深层水平位移、内衬墙及环梁轴力宜采用自动化监测，其他可采用人工监测。

10.1.16 工作井监测频率应贯穿工作井开挖、使用及结构施工的全过程。对于有特殊要求的工作井周边环境的监测应根据需要延续至变形区域稳定后结束。

10.1.17 工作井监测项目的频次、预警指标参考值等应符合 GB 50497、GB 50911 规定；有特殊要求的参照特殊要求执行。

10.1.18 数据处理与反馈：

a） 现场的监测资料应符合下列要求：
1） 使用正式的监测记录表格；
2） 监测记录应有相应的工况描述；
3） 监测数据应及时整理；
4） 对监测数据的变化及发展情况应及时分析和评述；

b） 观测数据出现异常，应及时分析原因，必要时进行重测。进行监测项目数据分析时，应结合其他相关项目的监测数据和自然环境、施工工况等情况以及以往数据，考量其发展趋势，并做出预报。监测成果应包括当日报表、阶段性报告、总结报告。报表应按时报送。报表中监测成果宜用表格和变化曲线或图形反映；

c） 监测结果宜采用基于 BIM 的信息化监测管理平台进行可视化展示。

10.2 质量检测规定

10.2.1 工作井支护结构的材料质量检验应符合 GB/T 50299 规定要求；对水泥浆和混凝土的强度检验应符合 GB 50204 取样和试件留置要求。

10.2.2 检测工作结束后，应提交质量检测报告，主要包括工程概况、检测依据、检测点分布图、检测方法与仪器设备型号、资料整理及分析、结论及处理意见、附图、附表。

10.2.3 地下连续墙墙体质量检测方法和检测数量应符合 JGJ 120 的要求，且应视岩性检验墙底 3b（b 为墙厚）或 5m 深度范围内有无空洞、破碎带、软弱夹层等不良地质条件。

10.2.4 混凝土灌注桩、咬合桩质量检测应符合下列规定：

a） 采用低应变动测法检测桩身完整性，检测数量不宜少于总桩数的 10%，且不得少于 10 根；

b） 当根据低应变法判定的桩身缺陷可能影响桩的水平承载力时，应采用钻芯法补充检测，检测数量不宜少于总桩数的 2%，且不得少于 3 根。总桩数不大于 50 根时，不得少于 2 根。

10.2.5 锚杆抗拔承载力的检测应符合下列规定：

a） 检验数量不得少于锚杆总数的 5%，且不得少于 6 根；
b） 检测试验应在锚固段注浆固结体强度达到 15MPa 或达到设计强度的 90%后进行；
c） 抗拔承载力检测值符合设计文件规定。

10.2.6 喷锚支护检测应符合下列规定：

a） 锚杆检测应符合本技术规范 10.2.5 条款规定；

b）喷射混凝土面层的厚度可采用钻孔检测，检测数量宜每 100m^2 墙面积一组，每组不应少于 3 点，钻孔宜用直径为 101mm 的钻头；

c） 面层厚度平均值不得小于设计厚度，最小值不得小于设计厚度的 90%；

d） 芯样经加工后，其抗压强度试验值可用作混凝土强度等级评定。

10.2.7 抽芯检测合格的，应采用水泥浆从钻芯孔孔底往上回灌封闭，灌浆压力不小于 0.3MPa；否则应封存钻芯孔，留待处理。

10.2.8 工作井主体结构检测应符合 GB 50204 规定。

11 安全与环境保护

11.1 一般规定

11.1.1 工作井设计应严格执行国家安全、环保、水保的法律、法规及相关规定,合理选择工作井设计施工方案与措施,实现工程与环境和谐统一。

11.1.2 工作井位置选择应充分考虑区域社会人文,环境影响,尽量绕避自然资源保护区,水源保护区、文物保护区和风景名胜区等环境敏感点。

11.1.3 工作井环保工程应与主体工程同时设计、同时实施、同时验收交付。

11.1.4 弃碴场的选址应符合国家土地利用的相关政策，做好碴土流失的防护措施。

11.1.5 应建立安全应急管理机构、并定期进行安全应急演练。

11.1.6 应及时进行危险源辨识和隐患排查，作业现场应有警示标志和标识标牌。

11.1.7 作业前应进行安全检查，坚持日常检查和定期检查，发现安全隐患应及时处理。

11.1.8 井下通风应满足环境安全要求，应及时排烟除尘。必要时应为作业人员配置氧气袋。

11.1.9 工作井施工前应建立、健全劳动安全卫生制度，严格执行国家劳动安全卫生规程和标准，对劳动者进行劳动安全卫生教育，防止劳动过程中的事故，减少职业危害。

11.2 安全风险控制

11.2.1 工作井设计应满足施工安全和周边环境安全的要求，并保证工作井主体地下结构的施工空间。

11.2.2 施工单位应编制工作井工程施工安全专项方案及通过专家论证，工作井工程施工安全专项方案应符合现行国家标准 JGJ 311 的规定，采取爆破施工需制定专项施工方案及进行专家审查。

11.2.3 施工单位应根据施工图设计文件、危险源识别结果、周边环境与地质条件、施工工艺设备、施工经验等进行安全分析，选择相应的安全控制、监测预警、应急处理技术，制定应急预案并确定应急响应措施。

11.2.4 在正式施工前，必须对场地管线及地下构筑物、建(构）筑物的情况等认真核查，确认无误后，方可施工，并确保管线、建（构）筑物的安全。

11.2.5 施工期间，施工单位应在基坑顶周边采取有效的防撞措施，确保施工过程安全。

11.2.6 施工期间需做好监测,监测工作必须选择有资质的单位进行,施工单位应与监测单位密切配合，做好监测元件的安放及保护工作。

11.3 环境保护

11.3.1 施工弃土需运至规定要求的指定弃碴场弃置，禁止废碴、废气、废水等随意排放。施工过程应通过合理的施工组织安排，尽量减少对周边环境的干扰。

11.3.2 选用的施工注浆浆液必须对地下水无污染。

11.3.3 施工期间，噪声应满足 GB 12523 的要求。施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避开噪声敏感区。

11.3.4 施工中产生的废水经沉淀后抽排到市政雨水管道。施工中可回收利用的泥浆应进行分离净化处理，符合标准后方可使用。废弃的泥浆应采取措施，不得污染环境。

11.3.5 禁止施工现场搅拌混凝土、砂浆，相关要求需遵照 GB 14902 和 JGJ/T 223 执行。

11.3.6 施工期间，场地周边布设临时排水、沉沙措施，施工区出口设洗车池；施工结束后，进行裸露地表植被恢复。

11.3.7 工作井支护设计时,变形的控制应按周边环境要求和支护结构安全分别考虑,并符合下列要求：

a） 处于地铁保护范围内，或受工作井开挖影响范围内有明确变形控制要求的重要建（构）筑物或有中高压燃气管线、高压电缆、供水干管等重要管线时，应满足其特殊的变形控制要求；

b） 当工作井开挖影响范围内有建（构）筑物时，支护结构应保证邻近的建（构）筑物的沉降变形不会影响其正常使用，而且建（构）筑物的沉降差、局部倾斜、整体倾斜及基础倾斜不应超过 GB 50007 规定的允许值；

c） 支护结构应保证邻近的道路、桥梁和管线的变形不超过相关规范的规定或影响其正常使用。

11.3.8 对于岩溶区，应考虑施工降水对周边区域的潜在影响。

11.3.9 施工期间施工碴土运输应满足对周边环境的保护措施。

附录 A（资料性）建筑布置图

A.1 永久工作井的总体布置应根据线路特征、地上和地下周边环境及施工工法等条件确定；设备用房主要为区间的电气设备房屋，应合理布置满足设备及系统功能要求，并宜采用标准化、模块化、集约化设计。

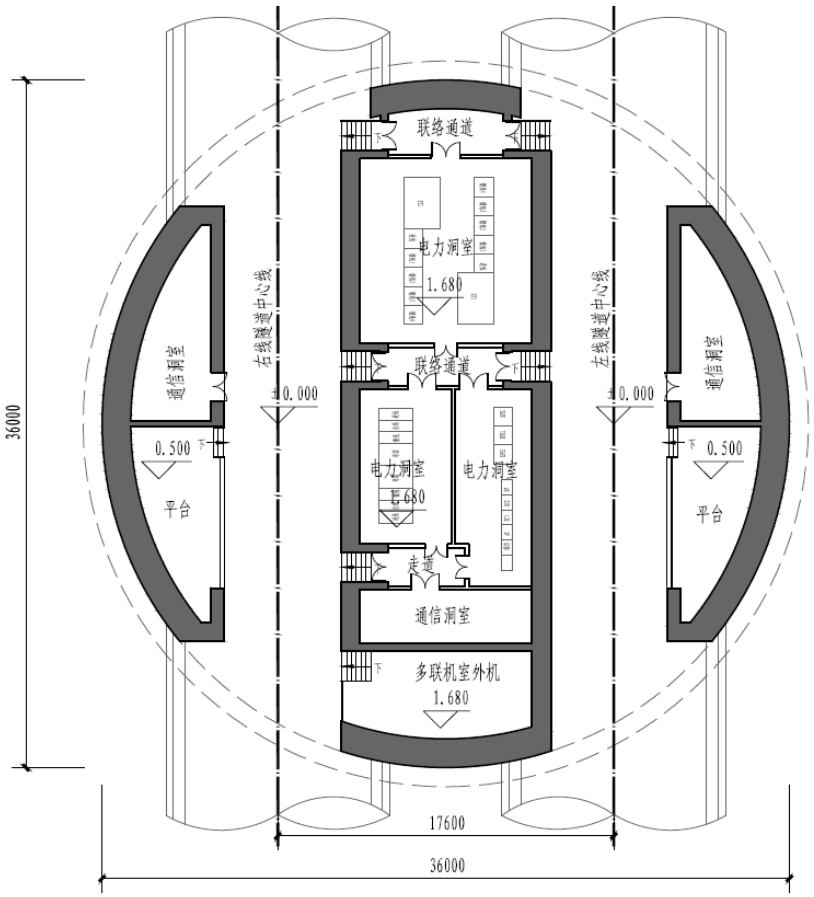


图 A.0.1-1 工作井建筑布局参考示意图一（平面）

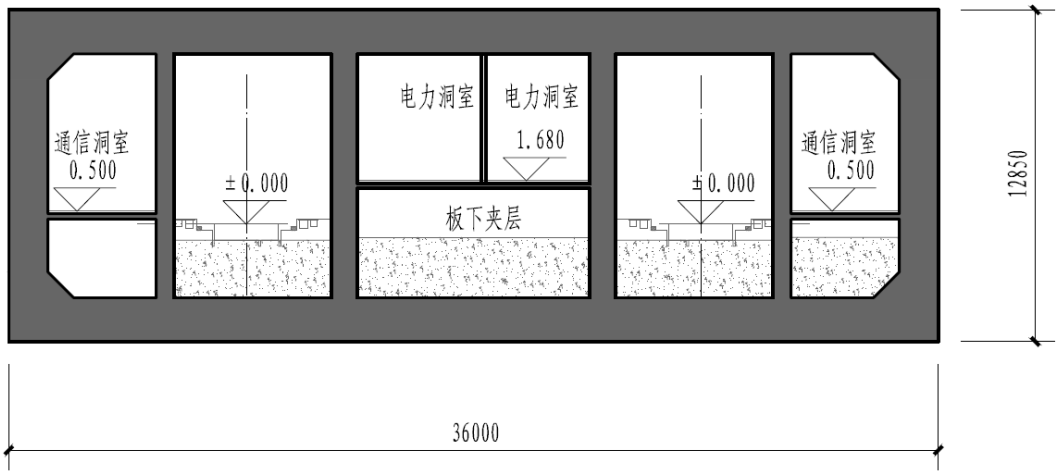


图 A.0.1-2 工作井建筑布局参考示意图一（剖面）

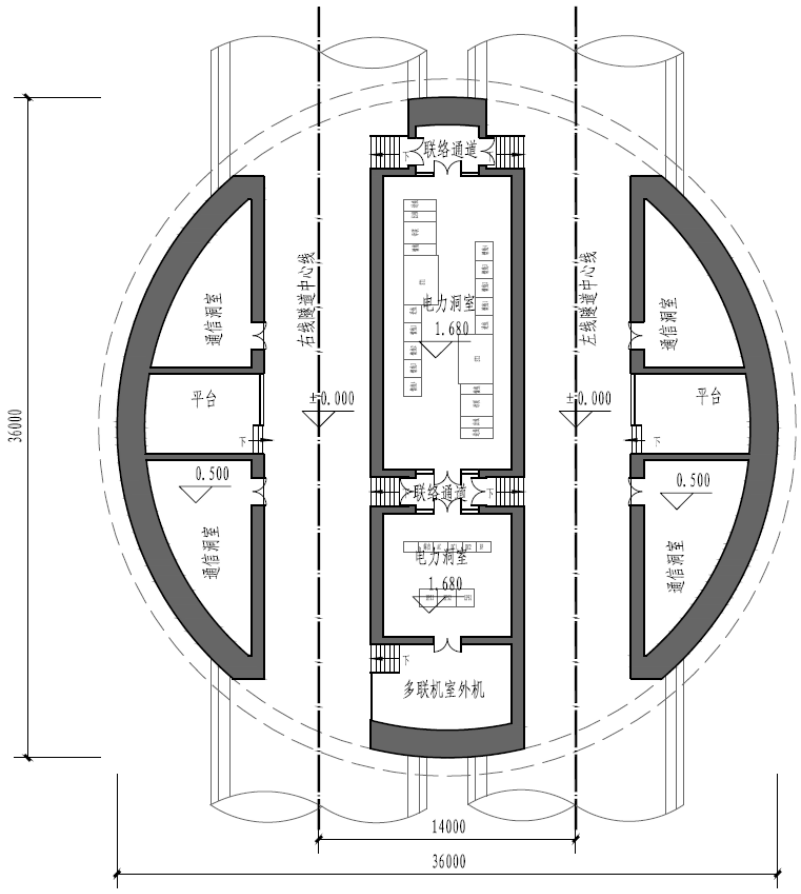


图 A.0.1-3 工作井建筑布局参考示意图二（平面）

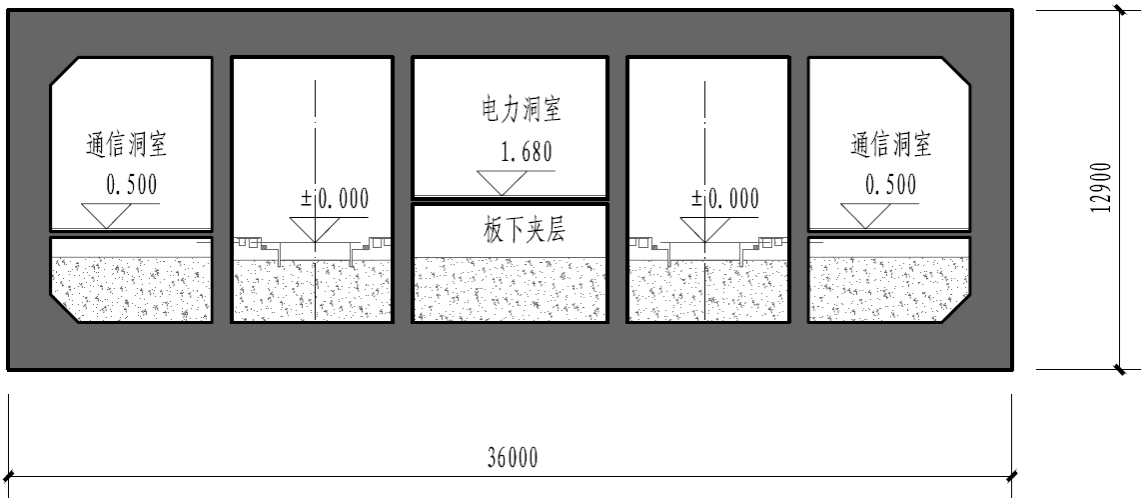


图 A.0.1-4 工作井建筑布局参考示意图二（剖面）

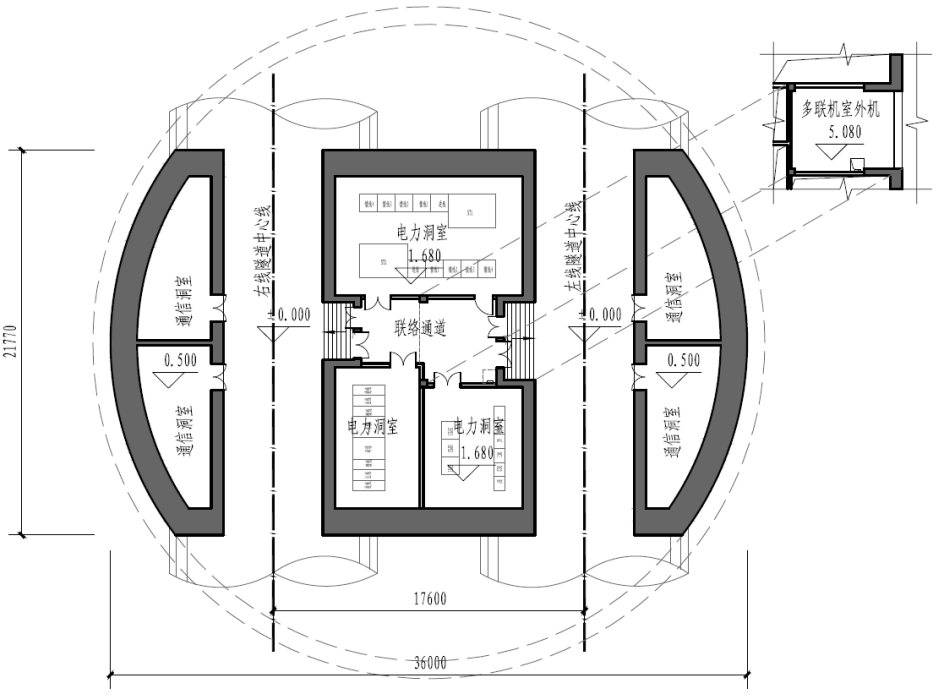


图 A.0.1-5 工作井建筑布局参考示意图三（平面）

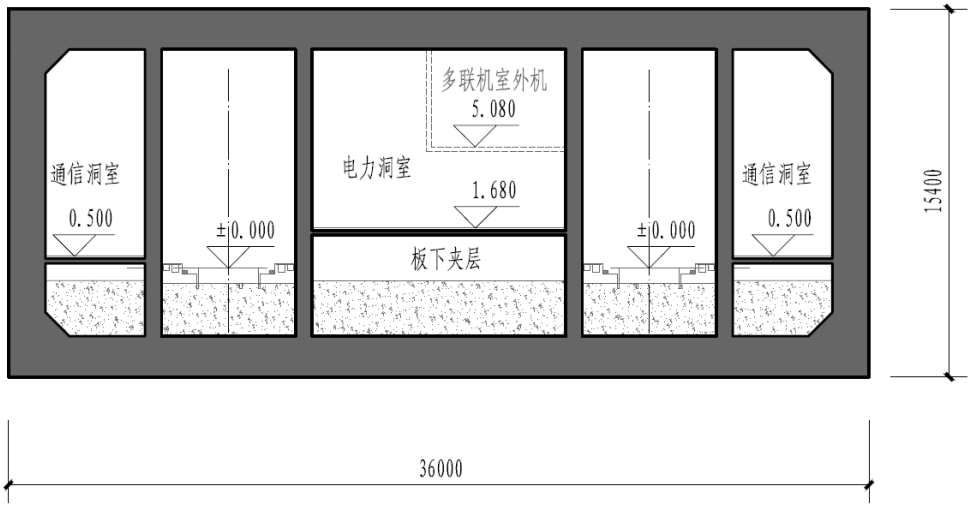


图 A.0.1-6 工作井建筑布局参考示意图三（剖面）

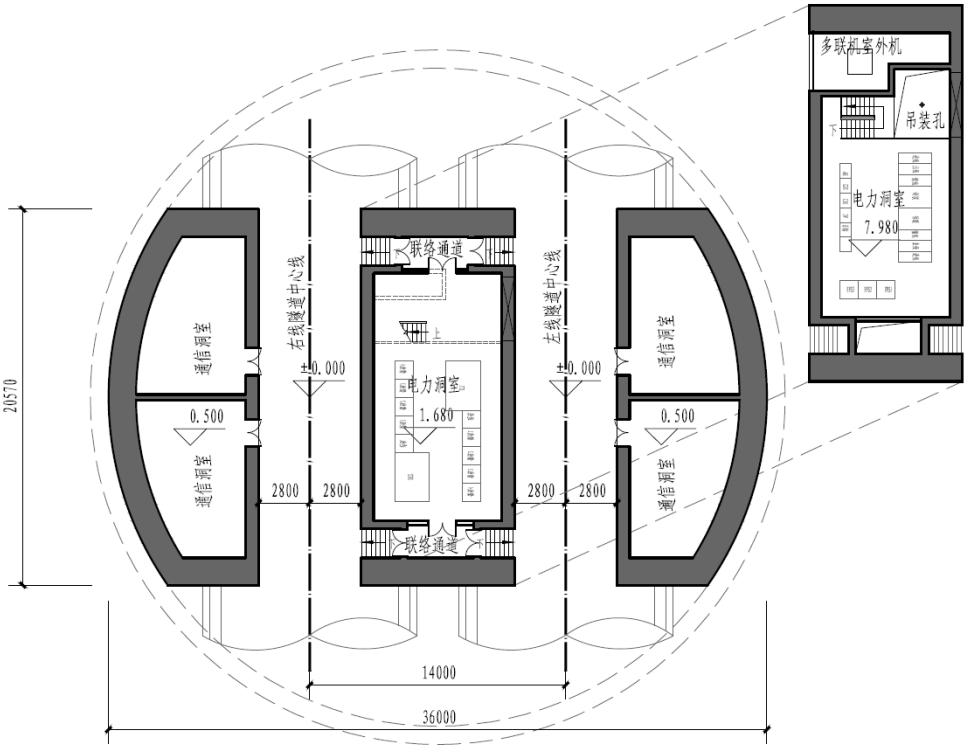


图 A.0.1-7 工作井建筑布局参考示意图四（平面）

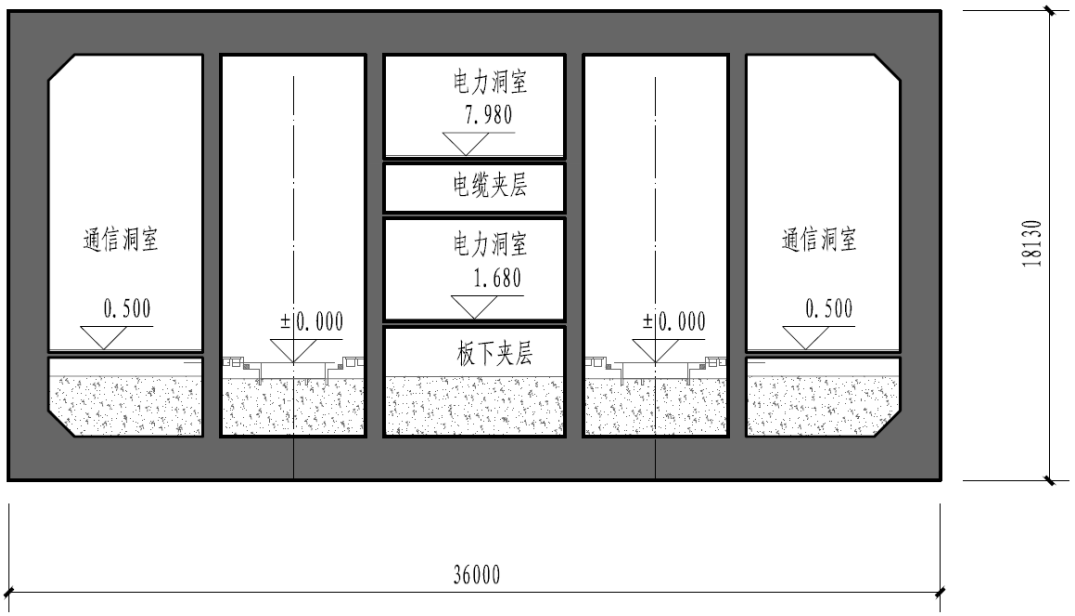


图 A.0.1-8 工作井建筑布局参考示意图四（剖面）

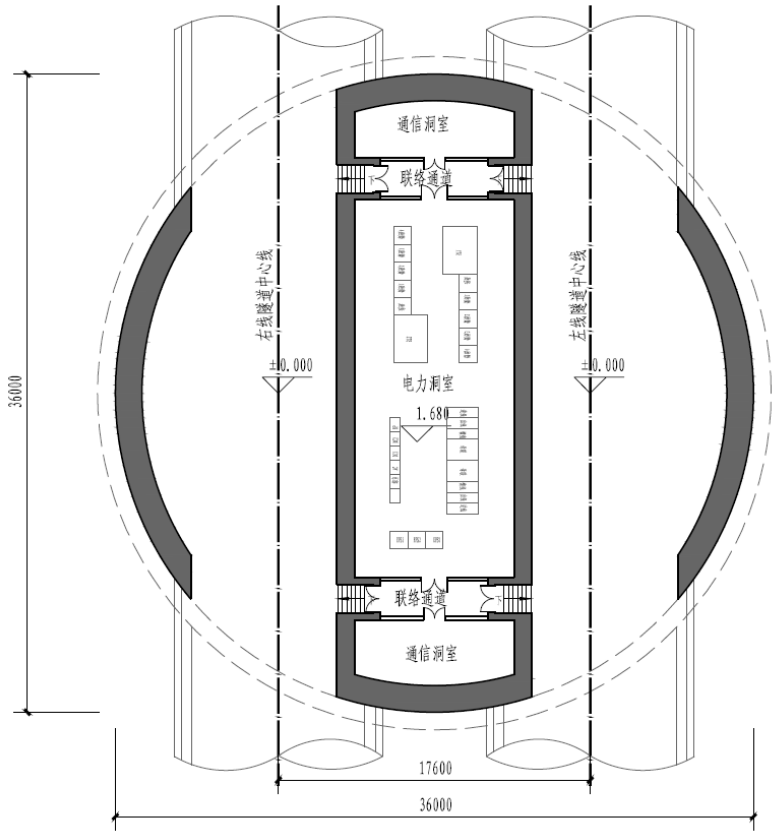


图 A.0.1-9 工作井建筑布局参考示意图五（平面）

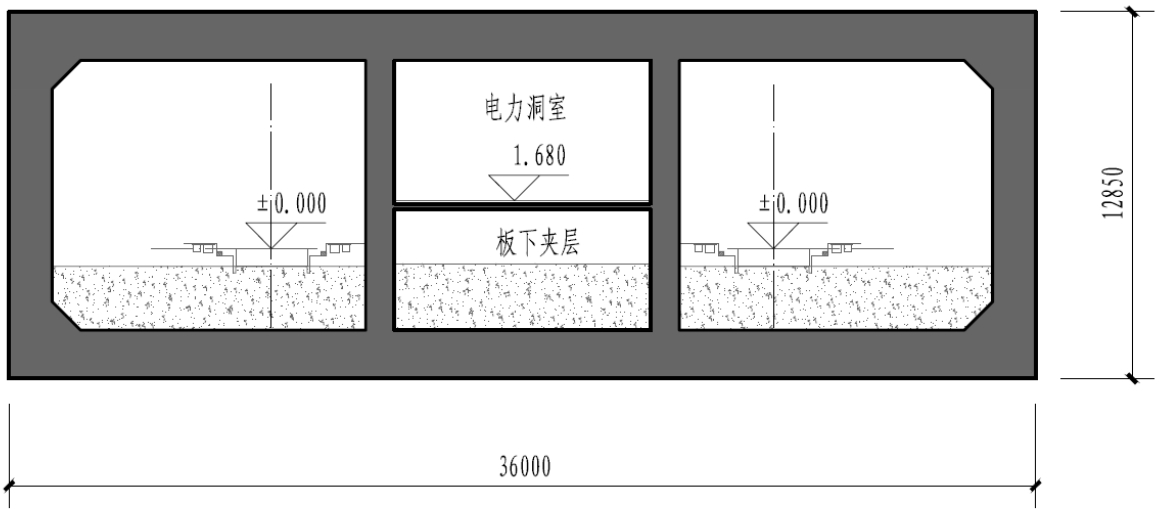


图 A.0.1-10 工作井建筑布局参考示意图五（剖面）

附录 B（资料性）盾构始发方式

B.1 圆形工作井盾构始发方式有整体始发、小分体始发、大分体始发三种方式，应根据设计及地质条件采取合理的盾构始发方式。

B.2 圆形工作井前后导洞长度等满足下列条件之一时，可采用整体始发：

1 工作井前导洞长度不小于盾构整机长度，前导洞采用模筑二衬，工作井内净空及后导洞长度满足盾构电瓶机车组出碴和水平运输要求；

2 工作井前导洞长度不小于盾构机整机长度，前导洞二衬采用盾构空推拼管片衬砌，工作井内净空尺寸和后导洞长度大于盾构整机长度，盾构台车满足顶部“开天窗”或者底部运送管片的要求。

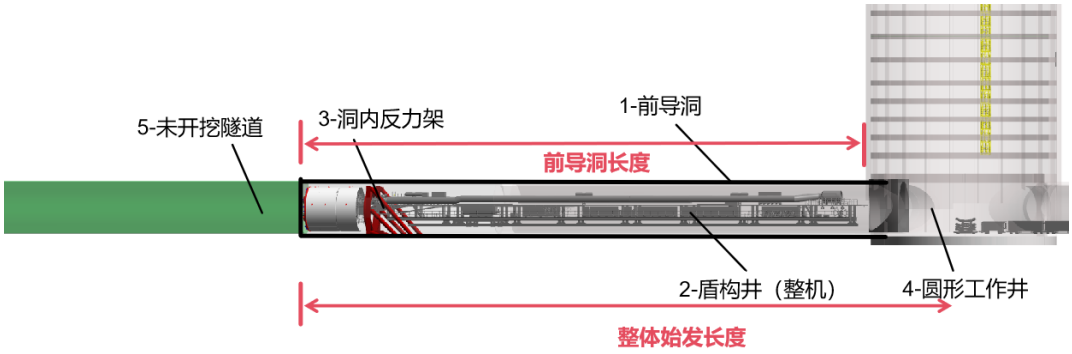


图 B.0.2-1 圆形井前导洞盾构整体始发示意图

B.3 圆形工作井前后导洞长度等满足下列条件之一时，可采用小分体始发：

1 工作井前导洞长度小于盾构整机长度且不满足整体始发要求，前导洞采用模筑二衬，工作井内净空及后导洞长度满足电瓶机车组出碴和水平运输要求；

2 工作井前导洞长度小于盾构整机长度且不满足整体始发要求，前导洞二衬采用盾构空拼管片，工作井内净空及后导洞长度满足电瓶机车组出碴和水平运输和盾构主机和部分后配套拖车长度，盾构台车满足顶部“开天窗”或者底部运送管片的要求。

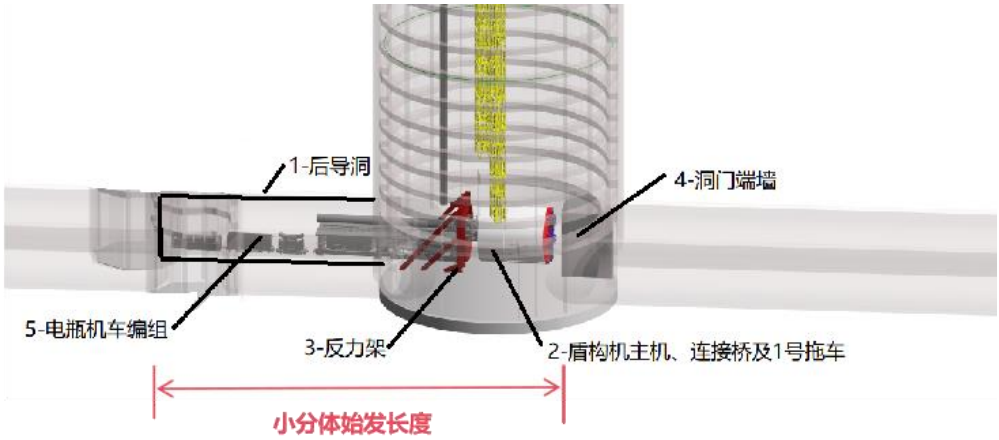


图 B.0.3-1 圆形井后导洞盾构小分体始发示意图

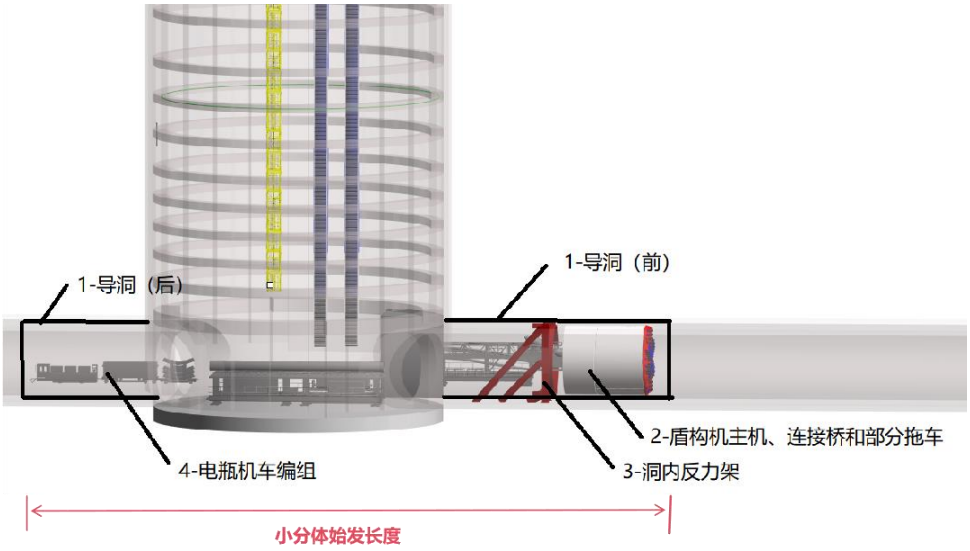


图 B.0.3-2 圆形井前后导洞盾构小分体始发示意图

B.4 圆形工作井前后导洞长度等满足下列条件之一时，可采用大分体始发：

1 工作井未设前导洞、或者前导洞与工作井内净空长度不满足小分体始发要求（最小长度为盾构主机+连接桥及出碴空间长度），工作井内净空及后导洞长度满足盾构电瓶机车组出碴和水平运输要求；

2 工作井未设前后导洞，工作井内净空长度小于盾构小分体最小长度（盾构主机+连接桥及出碴空间的长度）要求且能满足盾构水平运输电瓶机车编组出碴和水平运输长度要求。

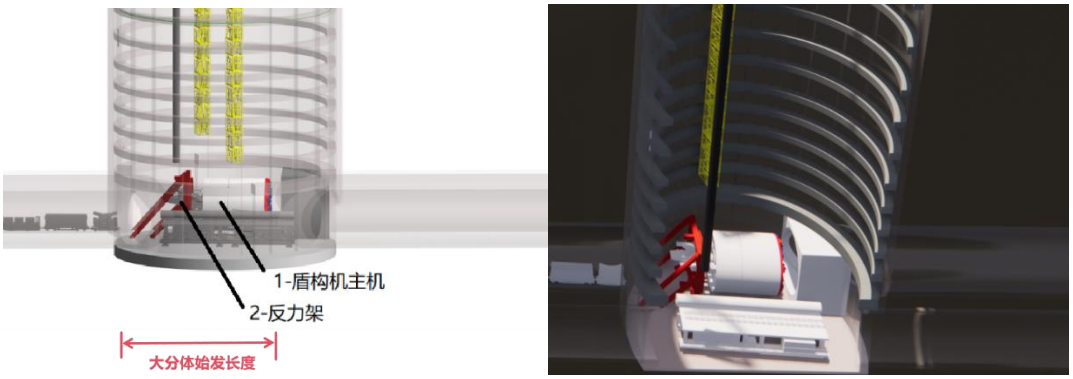


图 B.0.4-1 圆形井盾构大分体始发示意图

附录 C（资料性）工作井场地布置

C.1 双线单圆形工作井盾构施工场地布置中，门式起重机可沿盾构掘进线路方向平行或者垂直布置，条件限制时也可采用夹角布置；门式起重机布置数量为 1 台，主要用于材料和始发阶段碴土吊运；工作井可布置“一拖二”（1 套垂直出碴+2 套洞内水平皮带）垂直出碴系统，地面水平段应与门吊走行方向一致，不可避免地交叉时应设置与门吊走行范围之外；管片堆场位于门式起重机吊装范围内。

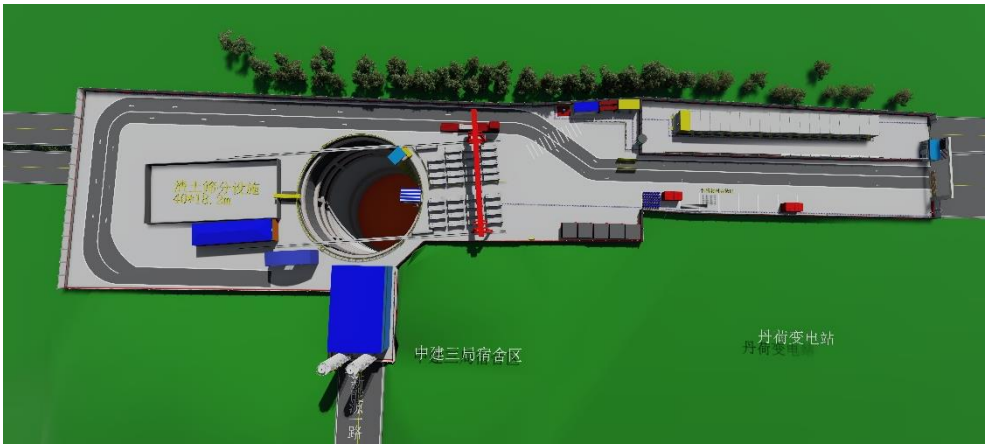


图 C.0.1-1 单圆形井盾构施工场地布置参考案例示意图

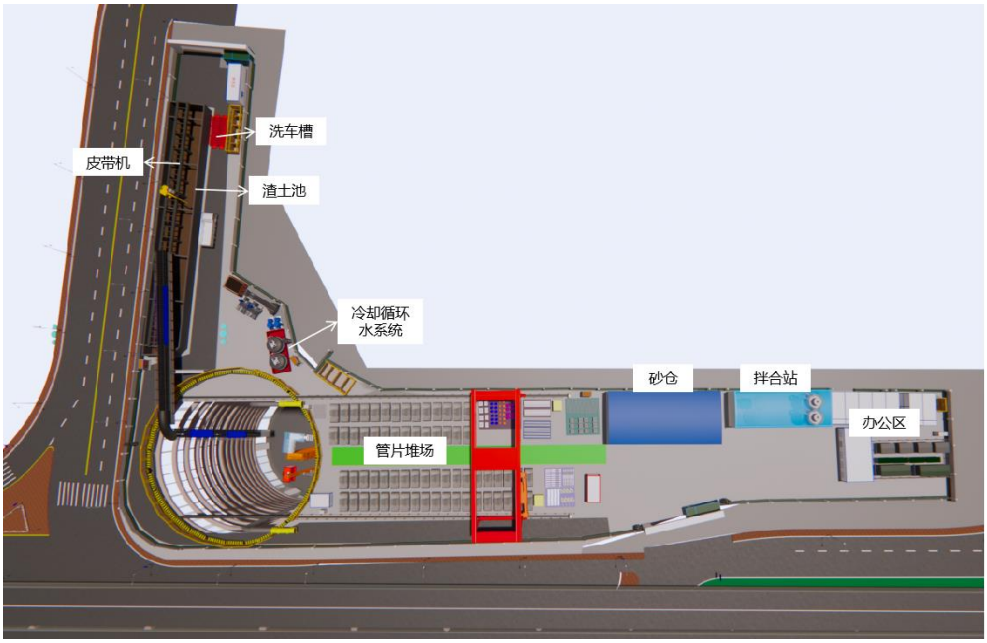


图 C.0.1-2 单圆形井盾构施工场地布置参考案例示意图

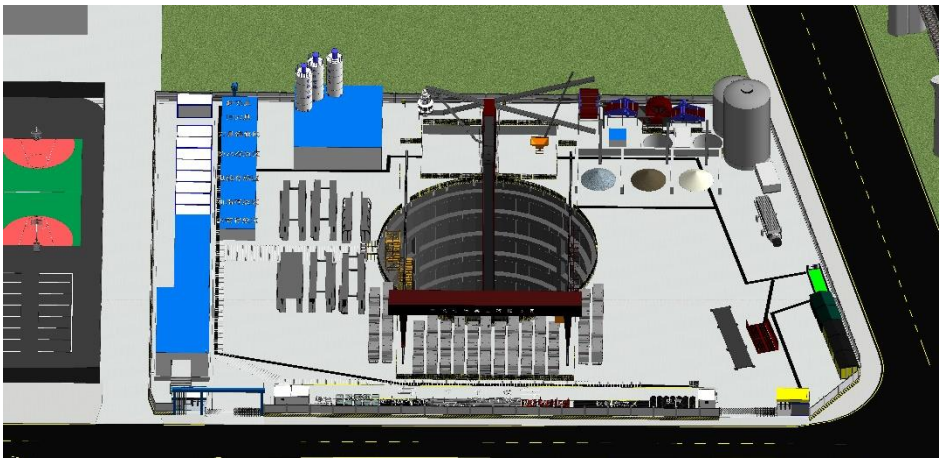


图 C.0.1-3 单圆形井盾构施工场地布置参考案例示意图

图 C.0.1-4 单圆形井盾构施工场地布置参考案例示意图

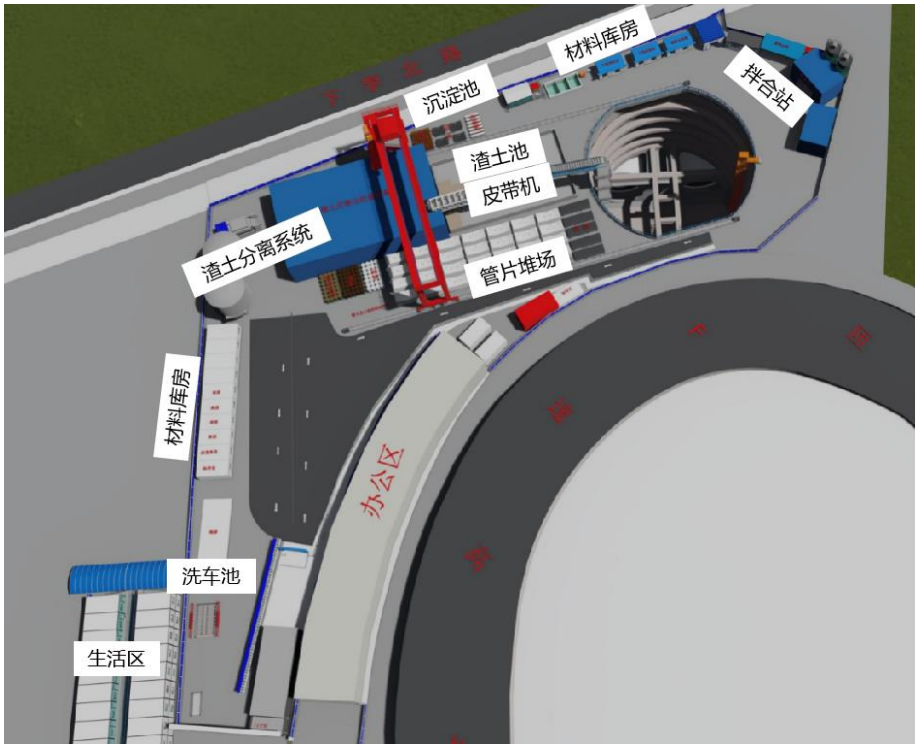


图 C.0.1-5 单圆形井盾构施工场地布置参考案例示意图

C.2 双线单圆形工作井与小圆形工作井组合的盾构施工场地布置中，门式起重机可沿盾构掘进线路方向平行或者垂直布置，条件限制时也可采用夹角布置；门式起重机布置数量不少于 2 台，布置范围覆盖大井和小井，主要用于材料和始发阶段碴土吊运；垂直皮带出碴系统宜布置在大井，根据盾构需求可采用“一拖二”（1 套垂直出碴+2 套洞内水平皮带）、“二拖四”布置垂直出碴系统，地面水平段宜与门吊走行方向一致，管片堆场等主要材料堆场位于门式起重机吊装范围内。

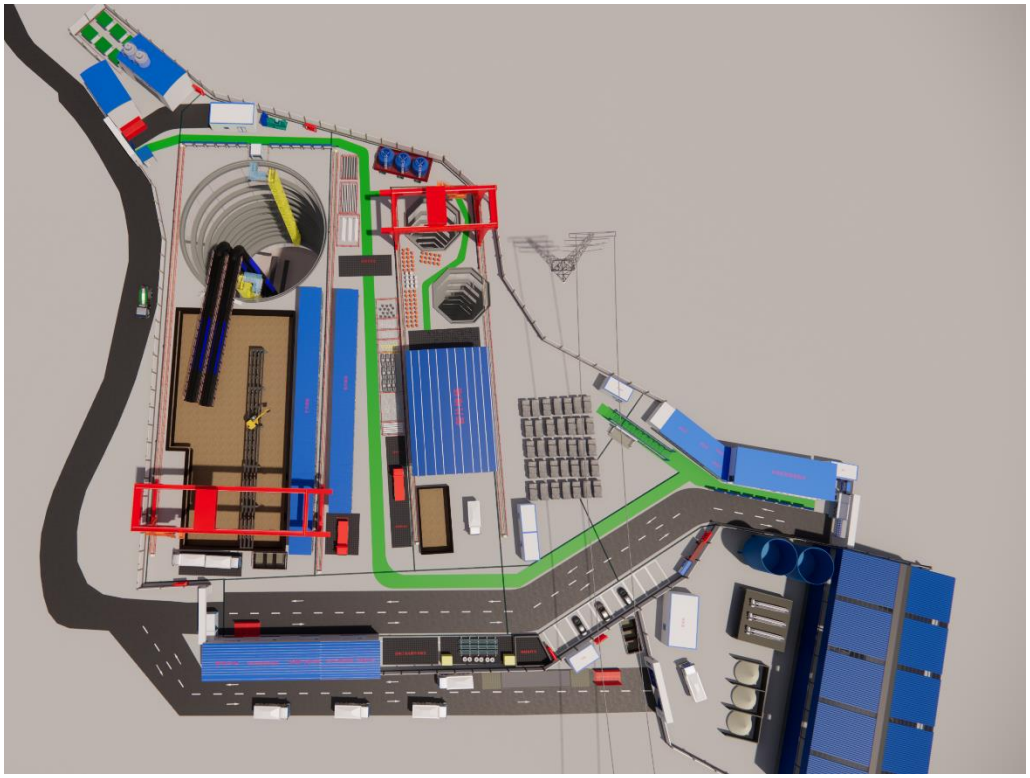
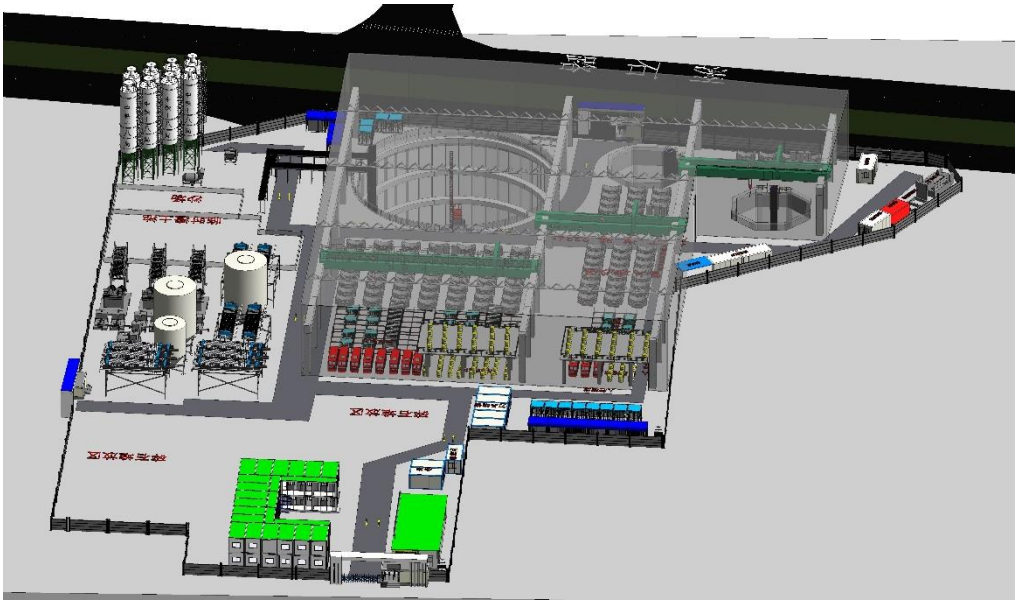


图 C.0.2-1 组合井盾构施工场地布置案例示意图

图 C.0.2-2 组合井盾构施工场地布置案例示意图



图C.0.3-3 组合井盾构施工场地布置案例示意图