团 体 标 准

T/TJJX-00X-2023

天津轨道交通地下车站结构设计通用技术标准

General standard for structure design in Tianjin rail transit ungderground station

（征求意见稿）

征求意见稿

2023 年-XX-XX 发布　　2023 年-XX-XX 实施

天津市建筑业协会　发布

天津市建筑业协会团体标准

天津轨道交通地下车站结构设计通用技术标准

General standard for structure design in Tianjin rail transit ungderground station

T/TJJX-00X-2023

批准单位：天津市建筑业协会

施行日期：2023 年 xx 月 xx 日

征求意见稿

XXX 出版社

2023　天津

前言

根据天津市建筑业协会《关于印发<2021 年度第一批天津市建筑业协会团体标准编制工作计划>的通知》（津建协〔2021〕38 号)的要求，标准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，制订本标准。

本标准的主要技术内容是：总则、术语、设计原则及技术标准、结构形式及施工方法、荷载及结构计算、围护结构设计、主体结构设计、顶管法结构、工程材料等九个章节。

本标准由天津市建筑业协会负责管理，由天津轨道交通集团有限公司、中国铁路设计集团有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中国铁路设计集团有限公司（地址：天津市河北区中山路 10 号；邮政编码：300000）

本标准主编单位：中国铁路设计集团有限公司

天津轨道交通集团有限公司

本标准主要起草人员：杨贵生 田巧焕 黄 弢 马继山 秦银刚 王 欣 杨毅秋 董秀竹 王洪昌 李敬梅 田小芳 祁 寒 杜坤鹏

本标准主要审查人员：×××、×××

征求意见稿

目　次

1　总　则.....5
2　术语.....6
3　设计原则及技术标准.....7
3.1　设计原则.....7
3.2　技术标准.....9
4　结构形式与施工方法.....11
4.1　结构形式.....11
4.2　施工方法.....11
5　荷载及结构计算.....12
5.1　荷载.....12
5.2　结构计算.....14
6　围护结构设计.....16
6.1　围护结构.....16
6.2　支撑体系.....18
6.3　盖挖逆作法永久钢管柱.....19
6.4　土方开挖及回填.....21
6.5　降水.....21
6.6　基坑风险设计.....21
6.7　监控量测.....22
7　主体结构设计.....24
7.1　结构缝的设置.....24
7.2　结构构造要求.....25
7.3　钢筋构造要求.....25
7.4　防水要求.....27
8　顶管法结构.....29
8.1　设计要求.....29
8.2　施工监测.....29
8.3　顶管防水要求.....30
9　工程材料.....31
9.1　工程材料.....31
9.2　混凝土保护层.....32
本标准用词说明.....33
引用标准名录.....34

征求意见稿

Contents

1 General Provisions 1
2 Terms 2
3 Design Principles and Technical Standards 3
3.1 Design Principles 3
3.2 Technical Standards 5
4 Structure Form and Construction Method 7
4.1 Structure Form 7
4.2 Construction Method 7
5 Load and Structure Calculation 8
5.1 Load 8
5.2 Structure Calculation 10
6 Retaining Structure Design 12
6.1 Retaining Structure 12
6.2 Bracing System 14
6.3 Steel Pipe Column Construction of Cover-Cut Method 15
6.4 Earthwork Excavation and Backfill 17
6.5 Dewatering 17
6.6 Risk Control on Foundation Pit 17
6.7 Monitoring Measurement 18
7 Main Structure Design 20
7.1 Structural Joints Setting 20
7.2 Structure Construction Requiements 21
7.3 Reinforcement Constitution Requiements 21
7.4 Waterproofing Requiements 23
8 Pipe Jacking Method Structure 25
8.1 Design Requirements 25
8.2 Monitoring Measurement 25
8.3 Waterproofing Requiements 26
9 Engineering Material 27
9.1 Engineering Material 27
9.2 Concrete cover 28
Explanation of Wording in this Standard 29
List of Quoted Standard 30

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 为规范天津轨道交通地下结构专业设计，统一设计原则及技术标准，特编制此标准。

1.0.2 本技术标准仅适用于天津地区轨道交通的地下车站主体。

1.0.3 本技术标准适用于设计阶段，设计过程中除应满足本规范规定外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

1.0.4 轨道交通地下车站结构设计时，可根据具体情况参照或选用与之配套的其它现行国家、地方或行业的规范（规程）和标准，以及其它有关强制性标准。

征求意见稿

2 术 语

2.0.1 地下主体结构 underground structure

地下工程承受外围水土荷载、偶然荷载等作用，保障结构体系整体稳定的车站（含出入口、风道）主要受力结构。

2.0.2 内部结构 internal structure

指支承于主体结构内、独立承受内部荷载作用的构件，如站台板、轨顶风道、楼梯及内部墙体、构造柱等构件。

2.0.3 围护结构 retaining structure

指地下结构基坑开挖过程中，用于保持周边水土稳定的支护结构，包括桩、墙、止水帷幕等结构。

2.0.3 明挖法 open cut bottom-up method

在地面开挖出的基坑中，自下而上顺序修筑地下结构的方法。包括敞口明挖顺作法、临时路面铺盖顺作法（即盖挖顺作法）等。简称明挖法。

2.0.4 盖挖逆筑法 cover and cut-top down method

在地面开挖出的浅基坑中修筑完地下结构顶板及其竖向支撑结构后，在顶板的下方自上而下逐层开挖土体并逐层修筑地下结构的方法。包括半盖挖逆作法和倒边盖挖逆作法。简称逆作法。

2.0.5 顶管法 pipe jacking method

一种利用后方液压千斤顶或前方牵引装置将预制好的管节或管段结构，一节一节的压入地层中，形成隧道(管道)结构的非开挖施工方法。

2.0.6 工程自身风险 project self risk

由于地下结构自身的技术难度导致工程实施过程中可能出现的安全风险，包括场地不良地质及水文地质风险。简称自身风险。

2.0.7 环境风险 environmental impact risk

工程建设场地周边可能受地铁地下工程施工影响出现风险或其存在使地铁地下工程施工安全风险增加的环境设施或条件，包括城市道路、桥梁、建(构)筑物、市政管线、轨道交通运输系统、水体、绿化植物等。

征求意见稿

3　设计原则及技术标准

3.1　设计原则

3.1.1　基本设计原则应满足下列规定：

1 地下结构设计应以地质勘察资料为依据，以“结构为功能服务”为原则，满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工等要求。

2 地下结构设计应减少施工中和建成后对环境造成的不利影响，并应计入城市规划引起周围环境的改变对结构的作用；对分期建设的线路，应根据线网规划确定节点结构型式及是否同步实施或预留远期实施条件。

3 车站结构的净空尺寸应满足建筑限界和建筑设计、车站及相邻区间施工工艺及其它使用要求，还应考虑施工误差、测量误差的影响给出必要的裕量。

4 地下车站结构设计应根据施工方法、结构或构件类型、使用条件及荷载特征等因素，选择与其特点相应或相近的结构设计规范和设计方法。应采取有效措施保证结构具有足够的刚度、强度，并应满足抗倾覆、滑移、漂浮、疲劳、变形、抗裂等要求。

5 车站结构应具有足够的纵向刚度，并应满足轨道交通长期运营条件下对结构纵向抗裂及抗差异沉降的要求。换乘节点或车站上部建有地面建筑的车站结构设计应充分考虑上述要求，以减少换乘车站中后期建设对已建车站结构的影响。

6 车站结构设计中应考虑工程本身风险和环境工程风险。应根据车站所处的具体工程位置、地质条件的复杂程度和车站周边的环境条件，确定相应的车站基坑变形控制保护等级，设计应根据各项保护等级的具体指标进行强度、稳定和变形的验算，提出与其相应的地基加固、施工参数、施工监测等具体要求，以确保临近建（构）筑物和地下管线的正常使用。

7 结构应根据现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002）、《建筑抗震设计规范》（GB50011）、《城市轨道交通结构抗震设计规范》（GB50909）和《中国地震动参数区划图》（GB18306）进行抗震检算，结构设计时应采取相应的构造措施，以提高结构的整体抗震能力。当结构位于液化或震陷土层时，应考虑地震及车辆振动可能对地层产生的不利影响，并应根据结构抗震设防类别、液化、震陷程度采取相应的措施。

8 车站顶板覆土厚度应满足既有和规划设施及地下管线敷设要求。

3.1.2　围护结构设计原则应满足下列规定：

1 基坑设计应优先遵循天津市《建筑基坑工程技术规程》（DB29-202）的规定。

征求意见稿

2 基坑支护结构可按临时结构设计。当桩、墙式围护结构使用期间与主体侧墙共同受力时，应根据支护结构特性并计及长期使用后材料劣化、内力向主体侧墙转移的影响，进行一定的刚度折减。作为临时构件的围护结构可不进行裂缝计算。

3 当桩、墙式围护结构、冠梁兼作主体的抗浮结构时，在使用阶段应进行承载力和裂缝宽度计算。构件最大裂缝宽度限值应按本标准第 3.2.3 条的规定执行，并应满足耐久性及相关构造的要求。

4 围护结构的嵌固深度应结合支护结构的承载力、变形、基坑稳定性及基坑降水等统筹设计。

5 基坑变形控制保护等级及变形控制值应结合基坑周边环境按最不利条件确定。地下车站的主体基坑和各附属基坑为独立开挖的不同封闭基坑时，应分别确定变形控制保护等级及变形控制值。

6 施工阶段围护结构水平荷载采用“粘性土水土合算、砂性土水土分算”的计算原则。使用阶段围护结构水平荷载粘性土和砂性土均采用水土分算。

7 基坑降水宜采用坑内降水方式，应根据围护结构形式、基坑周边环境、工程地质及水文地质情况进行降水设计，宜通过围护结构或止水帷幕截断基坑内外的水力联系。对于采取深层降水减压措施的车站基坑，应采取可靠的深层降水减压措施降低对周边环境的影响。对降水引起的环境影响应充分重视，结合成熟工程案例采用可靠的深层降水减压措施。

3.1.3 主体结构设计原则应满足下列规定：

1 地下结构的耐久性设计宜按现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 的规定执行，并应符合下列规定：

1）主体结构和使用期间不可更换的内部构件，应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；

2）使用期间可以更换且更换不影响运营的内部构件，可按设计使用年限为 50 年的要求进行耐久性设计；

3）参与主体结构抗浮作用的基坑支护结构或抗拔桩结构应根据使用环境类别，按设计使用年限为 100 年的要求进行耐久性设计；

4）临时结构宜根据其使用性质和结构特点确定其使用年限，不考虑耐久性设计要求。

2 主体结构最大裂缝宽度限值应按本标准第 3.2.3 条的规定执行，并应满足耐久性及相关构造的要求。

3 有战时防护要求的地下结构应在规定的设防部位根据批准的人防抗力标准按国家现行标准《人民防空工程设计规范》GB50225 及《轨道交通工程人民防

征求意见稿

空设计规范》RFJ02 的要求进行结构验算。

4 车站结构设计应根据现行国家标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术标准》CJJ/T49 的规定采取防止杂散电流腐蚀的措施，钢结构及钢连接件应进行防锈处理。

5 矩形顶管法施工的通道结构，顶管上方的覆土不宜小于 0.8～1.0 倍通道结构总高度。

3.2 技术标准

3.2.1 车站主体、附属结构和钢筋混凝土楼梯、站台板、轨顶风道等内部结构的安全等级应为一级，在承载能力极限状态计算时，结构构件重要性系数 γ_0 可取 1.1，在正常使用极限状态计算时，结构构件重要性系数 γ_0 可取 1.0，按荷载效应的偶然组合进行承载能力计算时，结构重要性系数可取 1.0。

3.2.2 地下结构抗浮稳定性验算应取最不利地下水抗浮设防水位。在不考虑侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于 1.1，当计及侧壁摩阻力时，其抗浮安全系数不得小于 1.15。当结构抗浮不能满足要求时，应采取相应的工程措施，宜优先利用围护结构参与抗浮。

3.2.3 当钢筋混凝土结构进行正常使用极限状态验算时，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。处于一般环境中的钢筋混凝土结构最大裂缝宽度限值应按表 3.2.3 中的数值进行控制；处于冻融环境或侵蚀环境等不利条件下的结构，其最大裂缝宽度限值应根据具体情况另行确定。

表 3.2.3 钢筋混凝土结构的最大裂缝宽度限制

构件类型		限制（mm）
预制装配式结构		0.2
现浇结构	水中环境、土中缺氧环境	0.3
	结构内干燥环境或结构内潮湿环境	0.3
	干湿交替环境	0.2

3.2.4 地下结构抗震设防类别的划分应符合现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223 的规定，除个别重要工程外，轨道交通工程应划为重点设防类（乙类)。当遭受相当于本工程抗震设防烈度的设计地震(E2 地震作用）影响时，地下结构不损坏或仅需对非重要结构部位进行一般修理，对周围环境影响轻微，不影响正常运营；当遭受高于本工程抗震设防烈度的罕遇地震(高于设防烈度 1 度，E3 地震作用）影响时，地下结构主要结构体系不发生严重破坏且便于修复，无重大人员伤亡，对周围环境不产生严重影响，修复后可正常运营。

3.2.5 地下结构的抗震设防烈度及地震动参数应按现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 的规定执行；对进行过工程场地地震安全性评价的，抗震设

征求意见稿

防烈度及地震动参数应按场地地震安全性评价报告确定，但不应低于现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB18306 的要求。地下结构的抗震等级应根据结构类别、使用条件和重要性程度确定。重点设防类地下结构抗震等级应符合表 3.2.5 的规定。与地面建、构筑物合建的明挖地下结构的抗震等级与上部结构相同，且不应低于表 3.2.5 的要求。

表 3.2.5　重点设防类地下结构抗震等级

结构类别	设防类度	
	7 度	8 度
地下车站结构	三级	二级

3.2.6　地下车站主体结构的耐火等级应为一级。

3.2.7　地下车站、行人通道、机电设备集中地段的防水等级应为一级，不得渗水、结构表面无湿渍。无机电设备的风道及连接通道等附属的地下结构防水等级应为二级。

3.2.8　围护结构应根据基坑安全等级选取结构重要性系数，当安全等级为一级时，重要性系数取 1.1；当安全等级为二级时，重要性系数取 1.0。

3.2.9　基坑开挖面以下有承压水含水层时，应按最不利情况进行基坑底部抗承压突涌验算，其稳定性安全系数不宜小于 1.1，坑底有群桩桩基础或经加固处理时不宜小于 1.05。当基坑抗承压水突涌稳定性安全系数不能满足要求时应采取隔水、减压或回灌等有效措施，并尽量减小对周边环境的不利影响。

3.2.10　永久桩基设计等级为甲级，重要性系数应取 1.1。

3.2.11　当车站采用盖挖逆作法施工，且施工阶段竖向支撑为永久钢管混凝土柱时：

1　钢管混凝土柱的设计使用年限应为 100 年；

2　钢结构及钢连接件应进行防锈、防腐与防火处理。

3.2.12　不同基坑安全分级及变形控制标准应满足天津市《建筑基坑工程技术规程》（DB29-202）的规定。

同一车站的不同区段，可根据环境条件的不同划分为不同的变形控制保护等级，但变换次数不宜多于二次，等级差不宜大于一级，不同等级基坑之间应设置围护结构隔离措施。

征求意见稿

4　结构形式与施工方法

4.1　结构形式

4.1.1　采用明挖法及逆作法施工的车站，宜采用矩形框架结构。结构形式根据车站规模及站台型式可设计为单层单跨、双跨、多跨，双层单跨、双跨、多跨及多层多跨结构。侧式车站一般采用双跨结构；岛式车站站台宽度＞11 米时站台区宜采用三跨结构，站台宽度≤11 米时站台区宜采用双跨结构；在道路狭窄的地段修建车站，也可采用上、下行线重叠结构。

4.1.2　站台宽度较窄的单跨单层或者单跨双层车站，或覆土较厚的车站，顶板可采用拱形结构。

4.1.3　换乘站位于交叉节点处需设计为多层多跨框架结构时，该处的结构型式与布局应满足车站换乘功能的要求。节点预留长度应满足结构、防水、变形及后期施工不影响已运营轨道交通线路安全使用为前提。

4.2　施工方法

4.2.1　地下车站的施工方法应结合结构型式和埋深，根据场地工程地质和水文地质条件、环境情况，通过对工程安全、结构质量、环境影响、造价和工期等多方面的综合比较后确定。

4.2.2　浅埋车站宜优先选择明挖顺作法施工；当需要解决施工对地面交通影响时，可铺设临时路面采用盖挖顺作法施工；对环境保护要求高、地面交通导改困难、施工场地紧缺或基坑平面复杂、尺度大或基坑深度超大的车站结构，可采用盖挖逆作法施工。

4.2.3　当出入口通道、换乘通道、电力隧道等位于交通导改困难或管线切改复杂的地段时，宜采用顶管法施工。

征求意见稿

5　荷载及结构计算

5.1　荷载

5.1.1　作用在地下结构上的荷载可按现行国家标准《地铁设计规范》中 11.2.1 条进行分类。

5.1.2　结构设计时应按结构整体或单个构件可能出现的最不利组合进行计算，并应考虑施工过程中荷载变化情况分阶段计算。

5.1.3 地层压力应按下列规定计算：

1 明（盖）挖法施工的地下车站结构垂直荷载应按计算截面以上全部土柱重量计算；

2 水平荷载按下列规定计算：

1） 施工期间作用在明挖围护结构上的主动土压力宜按朗金土压力计算；采用逆作法施工时，结构承受的水平土压力宜按静止土压力计算；

2） 使用阶段结构的水平土压力宜按静止土压力计算；

3） 计算中应计及地面活载以及破坏棱体范围内的建筑物以及施工机械引起的附加水平侧压力。

5.1.4　施工阶段地面超载宜按 20kPa 计算，盾构设备吊装阶段盾构工作井周边地面超载应根据盾构机重量、分块吊装方式、起重机布置等因素确定，且不宜小于 70kPa。

5.1.5　混凝土收缩的影响可假定用降低温度的方法来计算。整体浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度 15℃；分段浇筑的钢筋混凝土结构相当于降低温度 10℃；装配式钢筋混凝土结构相当于降低温度 5℃。

5.1.6　地铁列车荷载应按其实际轴重和排列计算，并考虑动力作用的影响，同时尚应按线路通过的重型设备运输车辆的荷载进行验算。列车轴重和排列如图 5.1.6.1~5.1.6.2 所示。

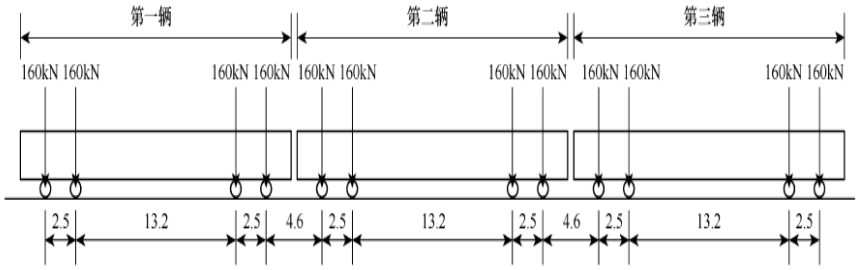


图 5.1.6.1　A 型车

征求意见稿

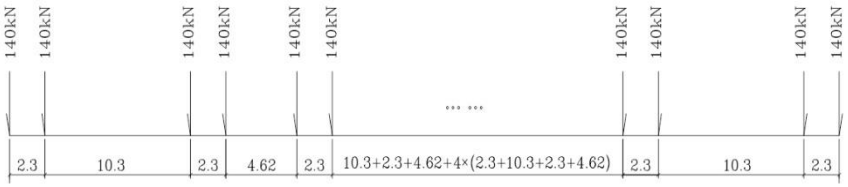


图 5.1.6.2　B 型车

5.1.7　站台、站厅、楼梯、车站管理人员用房等部位的人群荷载按 4kPa 计。并应计及 300mm×300mm 范围内的 20kN 的集中荷载设计计算，对集中荷载仅考虑抗冲切验算。

5.1.8　设备区荷载一般按 8kpa 进行设计，并应依据设备的实际重量、动力影响、安装运输途径等确定其大小与范围。

设置设备吊钩位置应考虑吊钩荷载，吊钩荷载应根据设备吊装要求确定。

5.1.9　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，计算水压力及浮力对结构的作用。

5.1.10　对于覆土厚度较浅的结构应考虑温度影响力。根据地区温度情况及施工条件，地下结构各部件使用阶段温度变化范围宜按-8℃～26℃考虑。

5.1.11　结构设计中应考虑下列施工荷载之一或可能发生的几种情况的组合：

1　设备运输及吊装荷载；

2　施工机具荷载，不宜超过 10kPa；

3　地面堆载、材料堆载；

4　注浆所引起的附加荷载；

5　盾构机及其配套设备的重量；

6　盾构法施工时千斤顶的推力；

7　基坑开挖阶段应计及钢支撑上的施工荷载。荷载量值宜结合设计需要和施工过程中可能发生的实际情况确定，一般不宜小于 0.5kN/m，且不宜大于 1 kN/m。

5.1.12　地质条件及结构形式简单的地下车站结构横向抗震计算可采用反应位移法或反应加速度法；周围土层均匀、断面形状标准、规则且无突变的地下车站结构纵向抗震计算宜采用反应位移法；在地质条件、结构形式复杂的情况下，地下车站结构宜考虑地基和结构的相互作用以及地基和结构的非线性动力特性，应采用时程分析法进行抗震设计。

5.1.13　不同荷载组合及荷载组合的分项系数应符合表 5.1.13 的规定。

表 5.1.13　地下结构荷载组合分项系数表

序号	荷载 / 组合工况	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：构件强度验算	1.3（1.2）	1.5（1.3）		

征求意见稿

2	准永久组合：构件裂缝宽度验算	1.0	0.6～0.8		
3	准永久组合：构件变形验算	1.0	0.6～0.8		
4	抗震组合：构件强度验算	1.3（1.0）		1.4	
5	人防组合：构件强度验算	1.2（1.0）	0.5		1.0
6	结构抗浮稳定验算	1.0			

注：当永久荷载对构件承载能力有利时，分项系数取括号内数值。

5.2 结构计算

5.2.1 围护结构计算应符合下列规定：

1 应根据各类支护结构的作用特点进行整体失稳、抗滑移、抗倾覆、抗隆起、抗管涌或渗流、抗承压水突涌等稳定性检算；稳定性安全系数的取值应满足天津市《建筑基坑工程技术规程》（DB29-202）的规定。各类基坑工程应根据表 5.2.1 的规定内容进行基坑稳定性检算。

表 5.2.1 基坑工程稳定性检算内容

支护类型	整体失稳	抗滑移	抗倾覆	抗隆起		抗管涌或渗流	抗承压水突涌
				围护墙以下土体上涌	坑底土体上涌		
放坡	△	/	/	/	/	/	△
重力式围护结构	△	△	△	△	/	△	△
桩、墙式围护结构	△	/	△	△	△	△	△

2 围护结构应根据施工阶段和使用阶段分别进行内力计算，计算时应计入结构的先期位移值以及支撑的变形，按“先变形、后支撑”的原则进行结构分析。最终的位移及内力值应是各阶段之累加值。对空间受力作用明显处应进行空间非线性协调计算；内支撑系统应进行空间协调分析计算。

3 支撑的道数、间距应根据工程地质、水文地质条件、围护结构刚度、基坑开挖深度予以确定。

4 支撑及腰梁应进行强度、稳定性计算。当基坑采用桁架支撑时，应对桁架支撑进行平面整体稳定性计算。

5 为减少围护结构在基坑开挖期间的位移，钢支撑应施加预应力，其值可按支撑轴向压力标准值的 30～70%计。

5.2.2 主体结构计算应符合下列规定：

1 结构计算模式应按结构的实际工作条件，并反映结构与周围地层的相互作用。除车站盾构工作井区域应进行必要的空间分析外，车站其余部分可按平面框架进行受力分析计算，但遇到下列情况则应对车站纵向强度和变形进行空间分析：

1）覆土沿车站纵向有较大变化时；

2）车站结构上部直接承受建、构筑物等较大局部荷载时；

征求意见稿

3）基底地质条件有显著差异时；

4）空间受力作用明显时。

2 明挖法结构计算模型采用荷载－结构模型，宜按底板支承在弹性地基上的结构物进行计算，当采用桩、墙式围护结构且与主体结构密贴时，宜考虑围护结构与主体结构共同受力；当采用桩、墙式围护结构且与主体结构之间设置防水层时，围护结构与内衬墙的相互作用宜采用水平刚性连杆模拟，该连杆只传递压力，不传递拉力、剪力和弯矩。明挖法结构计算时宜考虑立柱和楼板压缩、斜托的影响。

3 一般工况进行承载能力极限状态和正常使用极限状态计算，结构整体和构件应满足强度、刚度、裂缝要求；特殊工况（地震、人防）进行承载能力极限状态计算，结构整体和构件应满足强度要求。

4 盖挖逆作法结构除需满足 2、3 条要求外，还应根据各层板与围护结构的连接形式，按实际施工步序分别建模，并应采用增量法对构件在各施工工况的受力情况进行计算。盖挖逆作法结构计算时应考虑立柱的施工误差造成的偏心影响及立柱桩与围护结构差异沉降对车站结构的影响。

5 在顶、中楼板的横向内力计算中，宜考虑因纵向刚度不足、跨度挠度较大所产生的横向板带正负弯矩在纵向分布的不均匀性。与纵梁支座处的横向板带相比在纵梁跨中处通常是板支座负弯矩减小，板跨中正弯矩增加。

6 盾构工作井应根据盾构机尺寸、重量、顶推力、施工工艺等进行结构布置及计算。

7 盾构进出车站端头井，需验算车站底板的强度和地基土承载力，安全系数可适当减小，必要时允许在底板下作局部地基加固。

8 构件截面应满足计算原则：

1）顶板一般按纯弯构件计算；

2）中楼板及底板按压弯构件计算，并考虑轴力的最大最小可能值及挠度对轴向力偏心距的影响。

9 当受力过程中的受力体系、荷载形式等有较大的变化时，宜根据构件的施作顺序及受力条件，按结构的实际受载过程进行分析，考虑结构体系变形的连续性。

10 抗浮计算宜按结构整体计算，并优先利用围护结构进行抗浮。

征求意见稿

6 围护结构设计

6.1 围护结构

6.1.1 围护结构选型宜符合下列规定：

1 基坑深度＜5m，宜采用重力式挡墙；

2 5m≤基坑深度＜12m，宜采用 SMW 工法桩围护，当基底处于液化地层、有接建或风险源保护要求时，宜采用钻孔桩+止水帷幕；

3 12m≤基坑深度＜18m，宜采用 0.8m 厚度地连墙围护，锁口管接头；

4 18m≤基坑深度＜25m，宜采用 1.0m 厚度地连墙围护，型钢接头；

5 25m≤基坑深度，宜采用 1.2m 厚度地连墙围护，型钢接头；

6 地连墙厚度及接头形式还需结合基坑实际情况及周边环境选用。

6.1.2 地连墙设计应符合下列规定：

1 地连墙设计长度应满足各项稳定性要求，当地连墙需要切断承压水影响时，宜采用素混凝土墙加长，且加长长度不宜大于 8m，地连墙总长度不宜大于 60m；

2 地连墙墙幅宽度不应小于 2.8m 且不宜大于 8m，1.2m 厚地连墙墙幅宽度不宜大于 5m；

3 当地连墙墙幅设计出现 Z 型幅时，钢筋笼宜采用两个 L 型拼接，并做好下料孔布置，采用一次性成槽、一次性浇筑的方式成墙；

4 当车站主体与附属基坑均采用地连墙围护时，主体基坑地连墙在主体与附属接口处宜采用 T 型墙幅，当车站主体与附属基坑采用不同围护结构时，主体基坑地连墙在主体与附属接口处宜采用一字墙幅。附属基坑与主体基坑围护结构的冷缝接口处应采用旋喷桩进行止水处理，深度与附属围护结构等深；

5 地连墙不设接缝注浆；盖挖逆作法施工的地连墙每墙幅设置 2 根注浆管，对墙趾下土体进行注浆加固，墙趾注浆采用双控原则，每根注浆管注浆量不宜大于 2m³，终止注浆压力不宜大于 1.2MPa，且墙顶抬高不得大于 10mm。

6.1.3 地下连续墙、钻孔灌注桩钢筋笼设计应符合下列规定：

1 受力钢筋应根据内力包络图配置，不宜采取通长配筋方式，以降低钢筋用量；

2 为确保地连墙、灌注桩主筋净保护层厚度及钢筋笼垂直度，在钢筋笼与土体接触的两侧主筋上应设有钢筋保护层定位装置；

3 受力钢筋应采用 HRB400 级及以上钢筋，直径不宜小于 20mm。构造钢筋宜采用 HPB300 级钢筋，直径不宜小于 16mm。竖向主筋最小净距不宜小于 75mm。水平构造筋间距宜为 200～300mm；

征求意见稿

4 主筋露出桩顶、墙顶的长度应满足锚固要求；

5 钢筋笼应采用焊接，主筋宜采用机械连接，当主筋采用直径 28mm 以上的钢筋时，应采用机械连接；

6 接头形式、焊接工艺、试验方法、质量要求及质量验收等，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204），《钢筋焊接及验收规程》（JGJ18）等现行国家有关规范的要求；

7 钢筋笼宜采用整幅吊装。当受场地、机械等条件限制需要采用分节吊装时，接头应置于内力较小的截面处，主筋连接方式除满足第 5 条要求外，还应满足接头率要求；

8 钢筋笼吊放就位时，应检查其水平位置和高程是否达到设计要求，经检验合格后方可固定钢筋笼，灌注混凝土。

6.1.4 地层加固应符合下列规定：

1 基坑阴角处应设土体加固区，平面形状宜取正方形，边长与基坑阴角尺寸相同且不宜大于 3.5m，深度至基坑底以下 3m。可采用旋喷桩或搅拌桩加固；

2 地连墙位于回填土区域或深厚软土层内时，成槽前需在地连墙槽壁两侧预先施工水泥搅拌桩或加深导墙进行槽壁加固，加固深度至进入原状土层且不宜小于 0.5m；

3 地连墙距离周边建构筑物较近，为控制地连墙成槽期间的变形对周边建筑物的影响，可采用水泥土搅拌墙加固，加固深度宜与地连墙同深；

4 当结构基底下存在中等及以上液化地层或软土震陷时，可采用加长围护结构隔断液化地层、桩基础、地基加固等方式进行处理。当液化等级为轻微时，可采用部分消除液化沉陷或加强结构等方式进行处理；

5 基坑外存在一级环境风险、基坑底 7m 范围内存在承压水且 0.7 倍基坑深度范围内存在非桩基础的住宅楼、基坑深度大于 25m 且 0.7 倍基坑深度范围内存在重要管线及建筑物时，宜在基坑外对周边风险源有影响的区域设置地下连续墙墙缝缝止水加固。

6.1.5 冠梁及预埋件设计应符合下列规定：

1 围护结构顶部应设置足够刚度的钢筋混凝土冠梁以增强围护结构的横向整体性。冠梁一般兼作第一道混凝土支撑腰梁，与第一道混凝土撑同时浇筑；

2 围护结构应在连接抗浮用抗剪钢筋、混凝土支撑腰梁、盖挖拟作法各层板处预埋钢筋接驳器。

6.1.6 围护结构施工精度应符合下列规定：

1 地连墙定位偏差+30mm、-0mm，垂直允许偏差不应大于 1/300，平整度小于 30mm，墙面局部凹凸不应大于 100mm。

征求意见稿

2 灌注桩身垂直度允许偏差不应大于 1/300，桩位偏差不应大于 50mm；盖挖拟作法中立柱基础桩桩位偏差不应大于 20mm。

3 SMW 工法桩位允许偏差应小于 50mm，垂直度允许偏差不应大于 1/200，桩径偏差不应大于±10mm，型钢形心转角偏差不应大于 3 度。

6.1.7 SMW 工法桩设计应符合下列规定：

1 桩身采用普通硅酸盐水泥，水泥掺量不宜小于 20%，水灰比宜为 1.0～2.0；

2 一般采用桩径 0.85m，搭接 0.25m，桩中心距 0.6m，内插型钢采用 700×300×13×24 H 型钢；

3 搅拌桩渗透系数不应大于 10^{-7}cm/s、28 天抗压强度不应小于 1.0MPa；

4 搅拌施工结束后，应快速将型钢插入复合土中。型钢在主体结构完成并达到设计强度后方可拔出，为方便型钢拔出，型钢表面可涂减摩剂。型钢拔除后，对型钢拔出后的孔隙注水泥浆进行回填。

6.1.8 地连墙、钻孔灌注桩检测应符合下列规定：

1 地连墙槽壁垂直度检测和槽底沉渣厚度检测数量应为同条件下总槽段数的 100%，墙身混凝土质量应采用声波透射法进行检测，检测墙段数量不宜少于同条件下总墙段数的 20%，且不应少于 3 幅墙段，每个检测墙段的预埋超声波管数不应少于 4 个，且宜布置在墙身截面的四边中点处；当根据声波透射法判定的墙身质量不合格时，应采用钻芯法进行验证。

2 钻孔灌注桩应进行桩身完整性检测，其中工程桩还应进行承载力检测。桩身完整性检测数量不应少于总桩数的 30%，且不应少于 20 根，当桩基为承载桩或抗浮桩时应为 100%，一般采用声波透射法；单桩竖向承载力检测数量不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根，当总桩数在 50 根以内时，不应少于 2 根。

6.2 支撑体系

6.2.1 支撑体系选择应符合下列规定：

1 基坑设计时应结合工程实际、支撑体系特点，综合选取合理的支撑体系。

2 明挖法基坑第一道支撑宜采用混凝土撑，形状不规则或标准段宽度超过 26m 的基坑宜全部采用混凝土撑。

3 换乘站中间竖向支撑（格构柱）布置应考虑远期线施工，不得对远期线施工造成影响。

4 支撑与结构板（含梁）净距应满足预留钢筋接头、现场钢筋绑扎及混凝土浇筑施工要求，不宜小于 500mm；基坑最下一道支撑距坑底的净距不宜小于 3m。

5 当支撑下层板（墙）混凝土强度达到 100%设计强度后，可拆除其上一层支撑。

征求意见稿

6.2.2　钢筋混凝土支撑设计应符合下列规定：

1 支撑底模应具有一定的强度、刚度和稳定性。采用混凝土垫层作底模时，应有隔离措施，挖土时应及时清除。

2 冠梁、腰梁与支撑宜整体浇筑。

3 钢筋混凝土支支撑宜采用对撑布置，支撑与冠梁交接处两侧设 500×500 腋角。第一道混凝土支撑间距不宜大于 9m，当周边环境控制要求较高时，可减小第一道支撑间距。位于基坑中部的混凝土支撑间距不宜大于 6m。

6.2.3　钢支撑设计应符合下列规定：

1 钢支撑安装前宜在地面进行预拼装。

2 钢支撑安装应确保支撑端头与围护结构均匀接触，并设防止钢支撑端部移动脱落的构造措施。

3 盾构工作井处钢支撑布置不应影响预埋钢环架设及侧墙浇筑。

4 钢支撑的安装周期不应超过 8 小时，应对每一道支撑施加预加轴力；

5 钢支撑一般采用 ϕ609 钢管、ϕ800 钢管，连接宜采用螺栓连接，必要时可采用焊接。钢支撑水平不设间距不宜大于 4m。

6 钢支撑与地连墙连接时，一般采用在地连墙预埋钢板的方式，钢板大小应考虑支撑安装角度、精度及施工误差，当支撑与地连墙斜交或预埋钢板布置困难时可设置腰梁。

7 钢支撑与灌注桩或 SMW 工法桩等围护结构连接时，应设置腰梁。

8 当支撑与腰梁、地连墙斜交时，应采用牛腿或其他能够承受剪力的连接措施。

9 钢支撑的安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205）的规定。

6.2.4　格构柱设计应符合下列规定：

1 格构柱平面定位允许误差为 50mm，垂直度允许偏差为 1/200。

2 相邻格构柱差异沉降不大于 10mm，格构柱柱顶累计沉降不大于 20mm。

3 施工期间，各种机械、材料不得碰撞支撑及格构柱，支撑上的施工荷载应≤0.5kN/m。

6.3　盖挖逆作法永久钢管柱

6.3.1　钢管柱基础桩设计应符合下列规定：

1 盖挖逆作法钢管柱基础桩宜采用一柱一桩布设形式，基础桩可采用桩端、桩侧复式注浆或桩端注浆等后注浆工艺。

2 盖挖逆作法钢管柱基础桩可采用直桩或扩底桩、多盘桩等形式。

征求意见稿

3 钢管柱插入基础桩的深度应通过计算确定，并应符合以下规定：

1)带栓钉的钢管混凝土柱插入深度不应小于 4 倍钢管外径，且不应小于 2.5m；

2)未设置栓钉等抗剪措施的钢管混凝土柱插入深度不应小于 6 倍钢管外径，且不应小于 3m。

4 钢管柱插入基础桩部分应满足下列构造要求：

1）钢管外侧的混凝土保护层厚度不宜小于 150mm；

2）钢管混凝土柱插入基础桩范围及 2 倍桩径范围内的箍筋应加密，间距不应大于 100mm。

5 钢管柱和基础桩平面定位偏差不应大于 10mm，钢管柱垂直度允许偏差不应大于 1/500，基础桩的垂直度允许偏差不应大于 1/300。

6 在主体结构底板施工之前，相邻立柱桩间以及立柱桩与邻近基坑围护结构之间的差异沉降不宜大于 1/400 柱距，且不宜大于 20mm。

6.3.2 钢管柱制作安装应符合下列规定：

1 钢管柱应在基坑开挖前与基础桩同时完成定位，包含其上的钢环板、牛腿等构件。

2 钢管柱的材料、制作、安装等应满足现行国家标准《钢管混凝土结构技术规范》（GB50936）的相关规定。

3 钢管为直缝焊接管，焊接管应采用对接熔透焊缝，焊缝强度不应低于管材强度。

4 焊缝表面不得有缺陷，焊缝应进行 100% PT（着色探伤）或 MT（磁粉探伤）检查。

5 为确保连接处的焊接质量，可在管内接缝处设置附加衬管。

6 钢管内不得有油渍等污物，以保证钢管内壁与核心混凝土紧密粘结。

6.3.3 钢管涂装材料应符合下列规定：

1 钢管柱防腐防锈处理应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB 50046）、《建筑钢结构防腐蚀技术规程》（JGJ/T251）、《钢结构防腐蚀涂装技术规程》（CECS343）的规定，所有钢构件应采用除锈前表面原始锈蚀等级为 A 级的钢材。

2 钢管柱在防腐防锈处理后进行防火处理，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》（GB50016）和《钢管混凝土结构技术规范》（GB50936）的要求，防火涂料外观参数还应符合建筑设计要求。

3 钢管柱在不同阶段的涂装应满足下列要求：

1）定位前应去除焊渣和切削液及其它污物；

2）定位前应涂刷临时防锈涂层，保证在基坑开挖后出露的钢管不产生锈蚀；

征求意见稿

3）开挖后应对钢管柱表面进行检查，对表面锈蚀处重新进行除锈处理，除锈等级不应低于 2.5 级；

4）施作主体结构后，对露出的钢管及钢构件表面进行永久防锈、防腐、防火处理。

4 钢管柱设计使用年限为 100 年，采用的防腐涂装要求防腐年限不应低于 15 年，使用期内，应进行定期检查和特殊检查，其中防腐蚀性能检查年限不得超过 5 年。超过防腐年限后应进行防腐评定，以确定是否需进行防腐修复处理。

6.4 土方开挖及回填

6.4.1 基坑开挖前应进行降水施工，分层开挖时的地下水位保持在开挖面以下 0.5～1m，承压水满足抗突涌要求。

6.4.2 基坑开挖时，应根据地质、环境条件确定安全的土体放坡坡度。应分段、分区、分层、对称进行，不得超挖。

6.4.3 机械挖土时，坑底应保留 200～300mm 厚土层用人工挖除整平，防止坑底土扰动。当基坑分段挖至设计标高后，应迅速浇筑垫层混凝土，以控制基坑变形。

6.4.4 当车站基坑内设置分仓墙且分仓墙两侧基坑同期施工时，分仓墙两侧土体应同步开挖，且开挖面高差宜小于 2m。

6.4.5 车站顶板混凝土达到强度后，应及时施做防水层、保护层，并覆土回填。回填土应按《地下铁道工程施工及验收规范》（GB50299）中的相关规定执行，并结合规划标高、道路施工要求实施。

6.5 降水

6.5.1 应根据基坑规模、深度、环境条件、各土层渗透性和降低水位的深度等合理选择降水井类型。钢管降水井数量可适当设置。

6.5.2 基坑开挖及地下结构施工期内，地下水位应保持在开挖面以下不小于 1.0m，且基坑底不应发生地下水渗流及承压水突涌破坏。

6.5.3 基坑降水应保证基坑周边建（构）筑物、地下设施和管线等安全使用。

6.5.4 基坑降水可采用坑内降水或坑外降水。未设置隔水帷幕、隔水帷幕未完全隔水或对承压水进行减压时，应做降水、减压对周围环境的影响分析。

6.5.5 基坑第一道混凝土支撑达到设计强度后，方可进行降水试验。

6.5.6 基坑开挖前应通过降水试验对隔水帷幕进行渗漏检测；对存在渗漏的隔水帷幕应进行堵漏加固处理。

6.6 基坑风险设计

征求意见稿

6.6.1　基坑风险应包括工程自身风险和环境风险两类。

6.6.2　风险等级划分应按现行国家标准《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》GB50652 和《天津地铁建设工程安全风险等级划分指导标准》的规定执行。

6.6.3　自身风险应根据工程地质和水文地质条件，基坑开挖深度等因素进行分级。

6.6.4　环境风险应根据环境设施的重要性、环境设施与基坑工程的接近程度等因素进行分级。

6.6.5　针对不同等级的环境风险应分别制订变形控制标准及处理措施。

6.7　监控量测

6.7.1　车站基坑工程均应进行监控量测，监测等级分为一、二、三级，监测等级划分标准应按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）中的相关规定执行。

6.7.2　监测项目应分为应测项目和选测项目，监测对象应包括结构受力体系及周边环境两大部分，其中周边环境监测应包含城市道路、桥梁、建（构）筑物、市政管线、铁路、城市轨道交通等可能的环境安全风险源。不同监测等级对应的监测项目详见表 6.7.2。

表 6.7.2　基坑监测项目

监测项目 \ 监测等级	一级	二级	三级
支护结构水平位移	应测	应测	选测
墙顶沉降	应测	应测	应测
坑外地表沉降	应测	应测	应测
周边环境监测	应测	应测	应测
地下水位	应测	应测	应测
支护结构内力	宜测	选测	选测
支撑轴力	应测	应测	应测
立柱变形	应测	应测	选测
土体分层竖向位移	选测	选测	选测
基坑回弹	选测	选测	选测
支护结构界面上侧向压力	选测	选测	选测
孔隙水压力	选测	选测	选测

注：①如有可靠经验或依据，为节省造价，上述项目也可酌情减少。

②当有科研要求时，应根据其要求，进行相关项目的量测。

6.7.3　结构受力体系及周边环境测点布置应按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）中的相关规定执行。

6.7.4　监测范围应根据基坑设计深度、隧道埋深和断面尺寸、施工工法、支护结构形式、地质条件、周边环境条件等综合确定，并应包括主要影响区和次要影响区。主要影响区为基坑周边 0.7 倍基坑深度范围内，次要影响区为基坑周边 0.7~

征求意见稿

（2~3）倍基坑深度范围内，可能影响区为基坑周边（2~3）倍基坑深度范围外。

6.7.5　监测频率应按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）中的相关规定执行。

6.7.6　监测控制标准应符合下列规定：

1 围护结构设计应确定监测项目控制值，控制值应满足地下结构自身安全及周边环境保护的要求。变形监测控制值应分为累计变化量和变化速率。

2 结构受力体系监测项目的控制值需满足现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）相关规定。

3 周边环境监测项目的控制值应在现状调查的基础上，根据环境监测对象的具体情况和特点，依据《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）综合确定。

征求意见稿

7　主体结构设计

7.1　结构缝的设置

7.1.1　变形缝的设置应符合下列规定：

1 不同施工工法、结构型式、地基基础或荷载突变的结构单元之间宜设变形缝。

2 出入口通道、风道等结构与车站主体结构的结合部位宜设变形缝。变形缝与主体围护结构外皮距离不宜大于 500mm，缝宽宜为 20～30mm。

3 当因结构、地基、基础或荷载发生变化，结构变形缝可能产生影响行车安全和正常使用差异沉降时，应通过地基处理和结构措施将结构的纵向沉降曲率和沉降差控制在行车道床和地下结构的允许变形范围内。

4 变形缝处结构钢筋的处理应满足变形缝防水设施的设置要求。

7.1.2　施工缝的设置应符合下列规定：

1 车站结构的施工缝应结合结构形式、施工方法、施工组织安排、施工分段等情况确定。

2 各层结构板不宜设置纵向施工缝。横向施工缝宜贯通设置在纵向柱跨 1/4～1/3 处。施工缝应避开楼扶梯孔、电梯井、大型设备孔洞等。

3 边墙垂直施工缝应与各层结构板横向施工缝贯通设置；水平施工缝宜设置在距各层结构板支托下（上）缘 300mm 处。

4 施工缝处同一截面上的钢筋接头不应超过钢筋面积的 50%。在浇筑新混凝土前，应将旧混凝土表面冲洗干净，保持接缝基面湿润。

5 施工缝应结合诱导缝设置。

7.1.3　后浇带及后浇结构的设置应符合下列规定：

1 后浇带宜沿横向贯通设置在纵向跨度的 1/4～1/3 处，且后浇带宜避开结构孔洞、出入口、风道等部位。后浇带宽宜为 0.7～1.5m，此范围内的结构钢筋全部贯通设置。

2 当车站结构板、梁、墙构件沿纵向采用跳仓施工时，最后一段结构不得设置在边跨并应与前段浇筑时间间隔大于 42 天，相邻段浇筑时间间隔宜大于 15 天。

3 盾构吊装孔、出土孔、轨排孔等处后浇混凝土应满足后浇带浇筑要求。

7.1.4　诱导缝的设置应符合下列规定：

1 诱导缝宜在顶板、中板、侧墙处设置，宜设置在柱子中间或纵向跨度的 1/4～1/3 处。

2 当诱导缝在柱中心设置时，顶板、中板、侧墙结构的纵向钢筋应全部断开，

征求意见稿

而底板的钢筋全部连通。当诱导缝在纵向跨度的 1/4～1/3 处处设置时，顶板纵梁两侧各 1m 范围内的钢筋全部连通，并在诱导缝两侧各 3m 范围附加与原钢筋直径、间距相同的钢筋，顶板其余部分及中板、侧墙的纵向钢筋通过 1/3，梁的纵向钢筋全部连通，底板的纵向钢筋全通。

7.2 结构构造要求

7.2.1 当车站顶板、底板与侧墙支座处需设置附加钢筋时，宜将顶板、底板外侧钢筋与侧墙外侧钢筋互锚 1/3 净跨，作为对方的支座附加钢筋。

7.2.2 轨顶风道一般采用现浇钢筋混凝土构件，断面宜为 U 型，设备管线宜在轨顶风道与结构侧墙之间通过。

7.2.3 车站主体结构侧墙与顶板、中板的斜托宜按 900mm×300mm 设置，侧墙与底板的斜托宜按 400mm×400mm 设置；顶梁、底梁梁侧斜托宜按 900mm×300mm 设置，中梁梁侧一般不设支托。

7.2.4 临时孔洞宜设置 200mm 宽孔边企口，并预留钢筋接驳器；车站主体结构顶板上的盾构吊装孔和出土孔周边宜设挡土墙，墙顶高出地面 0.8m。

7.2.5 当出入口爬坡段与垂直电梯通道并行时，其底板宜与垂直电梯通道底板齐平设置。

7.2.6 当结构板连续布设边长小于 500mm 的孔洞时，宜在孔边设置构造梁。

7.2.7 当地下车站抗浮安全系数不满足要求时，需设置抗浮构件，宜优先利用围护结构进行抗浮，地下车站抗浮构件设置应满足下列要求：

1 明挖法施工的地下车站宜采用抗浮梁作为抗浮构件，抗浮梁及其连接结构按永久结构进行设计，设置在顶板上方和风道、外挂区域底板外延处；

2 盖挖拟作法施工的地下车站宜采用各层结构板与围护结构连接的方式进行抗浮，明挖法施工的地下车站亦可采用该方式进行抗浮。

7.3 钢筋构造要求

7.3.1 配筋构造应满足下列规定：

1 箍筋、附加箍筋及吊筋等构造应满足《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（16G101）中的规定。

2 主体结构顶板、中楼板、底板及侧墙横向受力主筋间距不宜小于 100mm，且不宜大于 200mm；纵向分布钢筋的配筋率不宜低于 0.2%，间距不宜大于 150mm。一般情况下横向受力主筋布于纵向分布筋外侧。

3 当梁受力钢筋与板受力钢筋同层时，顶板、中板受力钢筋宜布置在梁受力钢筋上方，底板受力钢筋宜布置在梁受力钢筋下方；当梁与板有多层受力钢筋时，

征求意见稿

宜逐层穿插布置。

7.3.2　结构板钢筋构造应满足下列规定：

1 与梁平行的板钢筋应避开梁区域布置；与梁垂直或斜交的板钢筋一般穿过梁，当梁宽或梁宽+受压侧板支托长度大于 2 倍 LaE 时，板受压钢筋可在满足锚入梁或受压侧板支托 LaE 后断开。

2 板上孔洞应预留，不得后凿。

3 当板上孔洞尺寸边长或孔径≤300mm 时，板钢筋不得截断，由洞边绕过。

4 当单向受力结构板的矩形孔洞在主受力方向边长＞1m、双向受力结构板的矩形孔洞任意边长＞1m 时，应设洞边加强梁。

5 当 300＜孔洞尺寸≤1m 时，应在孔洞四边分别设置 2 根加强筋，且加强筋截面面积不应小于同向被切断钢筋总面积的 50%，距洞边 50mm 开始布置，净距宜为 30mm，加强筋沿结构板受力方向锚入梁内，沿结构板非受力方锚入孔洞两侧各 LaE。圆形孔洞还应沿洞边设置 1 根直径不小于 10mm 的加强筋，加强筋圆环直径宜为孔洞直径+100mm。

6 在孔洞边断开的板钢筋，应在板内或梁内弯折 15d 后截断，当结构板厚度不能满足弯折长度要求时，板钢筋可弯折至对侧后再弯折 5d。

7 板双层钢筋之间宜用拉筋联结。顶板、底板不宜小于 10mm，中板非加密区拉筋直径不宜小于 8mm；间距不宜小于 450mm×450mm，梅花型布置。

7.3.3　结构梁钢筋构造应满足下列规定：

1 梁箍筋采用封闭式，并做成 135°弯钩，弯钩直线段长度不小于 5d。当梁上部钢筋为多排时，应增加直线段，弯钩在最后一排钢筋以下。

2 梁箍筋距支座边 50mm 处开始设置，次梁箍筋距主梁边 50mm 处开始布置。主、次梁相交处，主梁箍筋正常布置，次梁两侧各加设 4 根附加箍筋，附加箍筋与主梁箍筋相同。

3 梁腰筋在板厚范围外等间距布置，腰筋的锚固应满足受拉钢筋的抗震锚固构造要求。

7.3.4　中立柱及墙内壁柱钢筋构造应满足下列规定：

1 柱箍筋应采用封闭复合箍，并做成 135°弯钩。

2 柱纵向钢筋接头应采用机械连接或焊接，钢筋连接应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》（GB50010）的相关规定。

7.3.5　结构墙钢筋构造应满足下列规定：

1 墙双层钢筋之间宜用拉筋联结。非加密区拉筋直径不宜小于 8mm，间距不宜小于 450mm×450mm，梅花型布置。

2 墙上孔（槽）应预留，不得后凿。

征求意见稿

3 墙上挖槽时，对侧钢筋网正常通过。

4 墙上孔（槽）水平边尺寸≤300mm，槽深≤100mm 时，墙内竖向、水平钢筋不得截断，竖向钢筋沿孔（槽）边绕过，水平钢筋沿墙厚方向绕过；当槽深＞100mm 时，水平钢筋在墙内弯折 15d 后截断。

5 墙上槽水平边尺寸＞300mm，槽深≤100mm 时，宜设置竖向附加钢筋或附加构造暗柱，水平钢筋不得截断，沿墙厚方向绕过；当槽深＞100mm 时，宜设置竖向及水平附加钢筋或附加构造暗梁暗柱。

7.3.6 钢筋的锚固与连接应满足下列规定：

1 各层板、梁、边墙、立柱受力钢筋应满足《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》（16G101）中的抗震锚固长度要求和规定。

2 结构构件受力钢筋的连接应采用焊接或机械连接；当受力钢筋直径大于 25mm 时，宜采用机械连接。框架梁和中立柱的主筋宜采用机械连接。

3 当钢筋采用焊接连接时，其位于同一连接区段内焊接接头的百分率、焊接材料、接头形式、焊接工艺、试验方法、质量要求及质量验收等，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204）、《钢筋焊接及验收规程》（JGJ18）等国家有关规范的规定。

4 当钢筋采用机械连接时，机械连接件应应符合《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107）的相关规定，性能等级应为Ⅰ级。

5 钢筋接头位置宜设置在受力较小处，在同一根钢筋上应尽量少设接头。受力钢筋接头的位置应相互错开，采用焊接或机械连接时在连接区段内，受压区不限；连接区段长度不小于 35d 且不小于 500mm。

6 梁的负弯矩筋应选择在跨中 1/3 跨度范围内连接；梁的正弯矩筋应选择在支座或支座两侧 1/3 跨度范围内连接。

7 框架梁、柱纵向钢筋应避免在节点核心区和箍筋加密区设置接头。当不能避免时，应采用机械连接接头，且钢筋接头面积百分率不应超过 50%。

8 不等跨连续梁长短跨差异较大时，短跨的负弯矩筋不宜设置接头。

9 悬挑梁、悬挑板的负弯矩筋在悬挑跨内不宜设置任何形式的钢筋接头。

7.4 防水要求

7.4.1 防水混凝土、防水层及细部构造防水要求应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 的相关要求。

7.4.2 地下工程所处地层中的水、土腐蚀性评价为中等及以下腐蚀时，可采用仅在结构顶板和侧墙施作防水层的局部外包防水模式。

7.4.3 地下工程所处地层中的水、土腐蚀性评价超过中等腐蚀时，应采用全包防

征求意见稿

水模式或多道防水设防措施。当结构底板下混凝土垫层厚度不小于 300mm，混凝土强度等级不小于 C30，垫层混凝土抗渗等级不小于相应的基坑深度要求值时，垫层表面可涂刷水泥基渗透结晶型防水材料作为一道防水措施。

7.4.4　地下工程主体结构顶板防水层应在迎水面设置涂料防水层和卷材防水层两道防水措施；地下工程种植顶板的防水应满足现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 和《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的相关要求。

7.4.5　未同时投入运营的地下结构接驳区域应预留完善的防水措施。

征求意见稿

8 顶管法结构

8.1 设计要求

8.1.1 顶管法结构设计应符合下列规定：

1 顶管通道的覆土厚度除满足施工工艺要求外，还应满足抗浮及结构受力要求，根据地下管线情况及地面沉降控制标准确定，一般最小覆土宜为 0.8～1.0 倍通道结构总高度，当不满足最小覆土要求时，应采取可靠措施，确保顶板上部覆土的稳定。

2 地下障碍物、管线距顶管结构不宜小于 0.8m。

3 顶管通道最大纵坡不宜超过+5%、-3%，宜在-1%～+1%之间。

4 管节之间宜采用“F”型承插式接口。

5 管节混凝土强度等级不宜低于 C50，抗渗等级不宜小于 P10，混凝土管节的裂缝宽度不得大于 0.2mm，并不得贯通。

6 管节宽度宜为 1～2m。

7 顶管通道内净空尺寸应结合使用功能确定。

8 工作井结构墙内应预埋钢环，顶管施工完成后试做后浇环梁，洞门与管节之间宜预留 150mm 间隙。

8.1.2 顶管工作井设计应满足下列规定：

1 工作井尺寸应结合顶管机尺寸、反力系统、管片吊装、出土等要求确定。始发井净宽度不宜小于通道两边各外扩 1.5m；长度宜为顶管机长度加 3 倍管片环宽。接收井净宽度不宜小于通道两边各外扩 1.5m，长度宜为顶管机长度两边各外扩出 1.5m。

2 顶管工作井基坑支撑布置应预留顶管机吊装空间。

3 顶管设备吊装阶段，工作井周边地面超载应根据顶管机重量、吊装方式、起重机布置等因素确定，且不宜小于 70kPa。

4 始发、接收加固应符合下列规定：

1）始发、接收及始发后靠背土体加固范围应根据地层状况、洞门破除要求确定，宜采用旋喷桩+搅拌桩加固。

2）始发、接收加固长度不宜小于 3m，加固宽度宜为顶管通道左右各 3m，加固深度宜为地面至顶管通道底板下 4m。

3）始发后靠背土体加固应根据结构受力及顶管推力进行计算，加固长度不宜小于 3m，加固深度宜为地面至通道底板下 4m。

8.2 施工监测

征求意见稿

8.2.1　监测点布置原则应按现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）中的相关规定执行。

8.2.2　监测频率应满足下列规定：

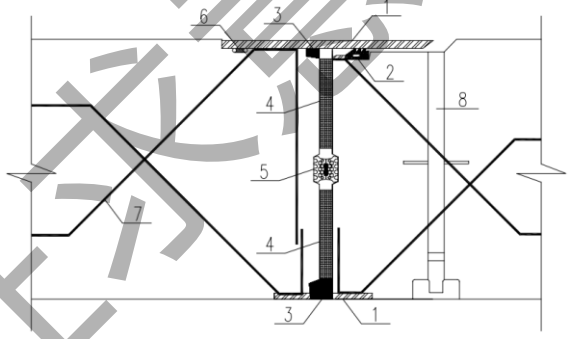
1　在顶管施工时，每天监测不少于 3 次，当顶管机头接近重要管线至顶管机头远离管线且管线沉降稳定时，每天监测不少于 4～5 次；

2　当监测数据达到报警范围或遇到特殊情况，如暴雨、台风等恶劣天气以及其它意外工程事件时，应适当加密监测，直至 24 小时不间断的跟踪监测。

8.3　顶管防水要求

8.3.1　当顶管周边地下水土介质对混凝土、钢构件具有腐蚀性时，应采用相应的耐侵蚀混凝土或外涂耐侵蚀的外防水涂层的措施；外防水涂料宜采用环氧或改性环氧涂料等封闭型材料、水泥基渗透结晶型或硅氧烷类等渗透自愈型材料。

8.3.2　顶管宜采用承插口接头，顶管接头应设置双道密封圈。8.3.3　钢承插口接头的钢套环一端应埋入混凝土管中，钢套环与混凝土的结合面应设遇水膨胀止水条（胶）。钢套环的另一端与后续管节外弧面的槽口组成防水构造，槽口内应设密封圈。如图 8.3.3 所示。



1-钢套环；2-密封圈；3-弹性密封胶；4-丁腈软木橡胶传力衬垫；
5-弹性橡胶密封垫；6-遇水膨胀止水条；7-钢套环固定钢筋；8-压浆管

图 8.3.3 刚承插口接头图

征求意见稿

9 工程材料

9.1 工程材料

9.1.1 车站地下结构的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境条件并综合可靠性、耐久性和经济性进行选用。主要受力结构宜采用钢筋混凝土结构，也可采用钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构、钢纤维混凝土和金属结构等。

9.1.2 混凝土材料应符合下列规定:

1 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现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》（GB/T 50476）的规定，并应满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的要求。一般环境条件下地下结构混凝土设计强度等级不应低于表 9.1.2 的规定。

表 9.1.2 一般环境条件下地下结构混凝土的最低设计强度等级

地下结构类型	最低设计强度等级
作为永久构件的钢筋混凝土结构	C35
作为永久构件的预应力钢筋混凝土结构	C40
作为临时构件的钢筋混凝土结构	C25
预制装配式钢筋混凝土结构	C50
喷射混凝土	C25

注：①水下或泥浆下灌注混凝土时，混凝土强度配比应比设计强度提高 5MPa。

②有抗渗要求的防水混凝土施工配合比抗渗等级应比设计要求提高一级（0.2MPa）。

2 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渣等，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℃。

3 钢管混凝土应采用自密实混凝土。

9.1.3 防水混凝土设计抗渗等级应符合表 9.1.3 的规定。

表 9.1.3 防水混凝土设计抗渗等级

工程埋置深度 H（m）	设计抗渗等级
H＜10	P6
10≤H＜20	P8
20≤H＜30	P10
H≥30	P12

9.1.4 钢筋、钢材及连接应符合下列规定：

1 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。

2 钢结构宜采用 Q235 钢、Q355 钢或 Q390 钢，其质量等级不应低于 B 级。

征求意见稿

3　永久结构钢筋和钢材应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

4　焊接 Q235B 钢材和 HPB300 级钢筋时应采用 E43 系列焊条，焊接 Q355B 钢材时应采用 E50 系列焊条、焊接 HRB400E 级钢筋时应采用 E55 系列焊条。焊接应符合现行国家标准《钢筋焊接及验收规程》（JGJ18）和《钢结构焊接规程》（GB50661）的规定。

5　钢筋接驳器的连接和性能要求应符合现行国家标准《钢筋机械连接技术规程》（JGJ107）的规定。

9.1.5　钢纤维应符合下列规定:

1 当计及钢纤维对混凝土结构承载力的提高作用时，钢纤维类型应选用高强钢丝切断型钢纤维，钢纤维材料参数应符合现行国家标准《混凝土用钢纤维》GB/T 39147 的规定。

2 钢纤维掺量不应小于 25kg/m3。

9.1.6　玻璃纤维增强筋应符合下列规定:

1 玻璃纤维增强筋形状宜为螺纹形式，杆体外观不应有影响强度的缺陷，螺纹牙型、牙距应整齐且无损失。

2 玻璃纤维增强筋规格、尺寸和力学性能指标等应符合现行行业标准《土木工程用玻璃纤维增强筋》JG/T 406 的规定。

9.2　混凝土保护层

9.2.1　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，一般环境作用下主要混凝土结构构件最外层钢筋最小净保护层厚度应符合表 9.2.1 的规定。

表 9.2.1　一般环境作用下混凝土结构构件钢筋最小净保护层厚度（mm）

构件类别	围护结构				现浇混凝土结构				预制装配式钢筋混凝土结构	
	地连墙		钻孔灌注桩和咬合桩		主体结构顶、底板、侧墙		其他主体构件	内部结构		
	外侧	内侧	永久构件	临时构件	外侧	内侧	中板、梁及柱	站台板、轨顶风道、楼梯及其他内部墙体、柱子、楼板、梁	外侧	内侧
保护层厚度	70	70	70	50	45	35	30	25	35	25

注：1 受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径;

2 当地下连续墙与内衬组成叠合墙时，其内侧钢筋的保护层厚度可采用 50mm;

3 当基坑支护采用人工挖孔灌注桩时，其钢筋保护层厚度可采用 50mm。

9.2.2　中等及以上腐蚀环境下，混凝土结构构件迎土面最外侧钢筋最小净保护层厚度宜在表 9.2.1 的基础上增加 5～10mm。

征求意见稿

本标准用词说明

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，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用：“可”。

2 本规范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”。

征求意见稿

引用标准名录

《地铁设计规范》（GB50157）

《城市轨道交通技术规范》（GB50490）

《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标 104）

《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》（GB50652）

《城市轨道交通工程安全控制技术规范》（GB50839）

《城市轨道交通结构安全保护技术规范》（CJJ-T202）

《建筑工程设计文件编制深度规定》

《建筑结构荷载规范》（GB50009）

《混凝土结构设计规范》（GB50010）

《建筑地基基础设计规范》（GB50007）

《建筑桩基技术规范》（JGJ94）

《建筑地基处理技术规范》（JGJ79）

《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120）

《铁路隧道设计规范》（TB10003）

《建筑抗震设计规范》（GB50011）

《城市轨道交通结构抗震设计规范》（GB50909）

《铁路工程抗震设计规范》（GB50111）

《人民防空工程设计规范》（GB50225）

《轨道交通工程人民防空设计规范》（RFJ02）

《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB50911）

《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497）

《钢结构设计规范》（GB50017）

《钢管混凝土结构技术规范》（GB50936）

《混凝土结构加固设计规范》（GB50367）

《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145）

《地下工程防水技术规范》（GB50108）

《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T 50476）

《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB50046）

征求意见稿

《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》（TCJ49）

《型钢水泥土搅拌墙技术规程》（JGJ/T 199）

《建筑深基坑工程施工安全技术规范》（JGJ311）

《地下铁道工程施工及验收规范》（GB50299）

《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）

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202）

《钢筋焊接及验收规程》（JGJl8）

《地下防水工程质量验收规范》（GB50208）

《混凝土结构通用规范》（GB55008）

《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002）

《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003）

征求意见稿

天津市建筑业协会团体标准

天津轨道交通地下车站结构设计通用技术标准

General standard for structure design in Tianjin rail transit ungderground station

条文说明

征求意见稿

制订（或修订）说明

《天津轨道交通地下车站结构设计通用技术标准》（T/TJJX-00X-2023），经天津市建筑业协会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本标准制订过程中，编制组进行了充分的调查研究，总结了我国工程建设轨道交通领域的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《天津轨道交通地下车站结构设计通用技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

征求意见稿

目　次

1　总　则.....39
3　设计原则及技术标准.....40
3.1　设计原则.....40
3.2　技术标准.....41
4　结构形式与施工方法.....43
4.2　施工方法.....43
5 荷载及结构计算.....43
5.1　荷载.....43
5.2　结构计算.....43
6　围护结构设计.....45
6.2　支撑体系.....45
6.4　土方开挖及回填.....45
6.5　降水.....45
7　主体结构设计.....46
7.2　结构构造要求.....46
9　工程材料.....0
9.1　工程材料.....0
9.2　混凝土保护层.....0

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 近年来天津市轨道交通事业发展迅速，已建成多条线路，并有多条线路及延伸线在建，鉴于上述情况，编制本标准指导天津地区轨道交通地下结构专业设计。

1.0.3 为尽量规避重复，在其他标准、规范、规程中有详细规定、说明的内容，本标准不再纳入，具体应用时按相应的标准执行。

征求意见稿

3　设计原则及技术标准

3.1　设计原则

3.1.1　第 2 款　地铁地下工程的修建，不可避免地对周围环境产生不利影响。当地铁线路通过城市中心地区时，还会遇到与既有的建、构筑物处于接近或超接近的状态，个别情况还需要下穿建、构筑物或既有轨道交通结构物等。地铁工程设计，在经济合理的条件下，应力求把地铁施工中及建成后对城市居民生活、邻近建、构筑物、地下管线、地下水和总体环境的影响减至最小。

（1）环境影响的主要方面：

1）由于地铁施工造成的影响：如对居民正常生活环境的影响，主要表现在施工中环境质量的恶化和对交通的影响；对邻近建、构筑物和地下管线的影响；地下水状态的变化；

2）隧道建成后对周围环境可能造成的影响：如由于隧道渗漏造成细颗粒含水地层(如含水粉细砂地层)水土流失引起周围地层的下沉；列车振动及噪声对城市居民生活的影响；

3）地铁建成投入运营后由于列车振动引起地层的进一步固结或变形对临近建、构筑物的影响等。

（2）必须从工程的设计阶段就对修建地铁可能造成的环境影响进行调查、预测，选择合适的施工方法和辅助施工措施，采用合理的结构形式和支护方案，并提出保护环境的具体方法；

（3）在地铁线网规划确定后，规划部门应对沿线控制用地范围内及可能影响区域的规划建设加以控制，尽量减少今后地铁建设的困难；

当规划建筑物先于地铁实施且位于施工相互影响范围以内时，应充分考虑远期地铁施工可能对其造成的不利影响而在建筑物的设计中采取必要的措施。

（4）在设计地铁结构时，要根据城市规划条件，尽可能考虑规划建筑物实施时的影响；

第 3 款　地下结构的净空尺寸，在满足地铁建筑限界或其他使用及施工工艺要求的前提下，应考虑施工误差、结构变形和后期沉降等影响而留出必要的余量。

（1）施工误差一般包括：

1）由于施工测量、放线、铺轨、隧道开挖、结构沉放或顶进等引起的结构或线路在平面位置和高程上的偏离；

2）由于施工立模、浇筑混凝土时模板变形、地下连续墙成槽时的墙面倾斜和局部突出等造成结构净空尺寸和位置的变化；

3）装配式构件的制作误差、拼装误差等。

征求意见稿

（2）地下连续墙的墙面倾斜和平整度，与地质条件、挖槽机的类型和挖槽方法、混凝土浇注的速度和质量有关。据目前的施工设备和技术水平，墙面的平均倾斜一般能控制在基坑开挖深度的 1/300 以内。

第 4 款　地铁建筑物由一系列荷载特性和工作状态完全不同的结构组成，尤其是部分地下结构的荷载作用尚有较大的不确定性，目前尚不具备全部按以概率理论为基础的极限状态法进行设计的条件。因此，本标准规定，地下结构的设计可视其使用条件和荷载特性等，选用与其特点相近的结构设计规范进行设计。受力明确并具备条件的，宜按极限状态法设计；荷载不甚明确或尚不具备条件的，可按破损阶段或按容许应力法设计；当使用条件、荷载、结构形式、结构尺度、埋深和地质等条件相近，且有成熟的工程案例可以参照时，也可采用工程类比法进行设计。

3.1.2　自然状态土体内水平有效应力，可认为与静止土压力相等。土体侧向位移会改变其水平应力状态。最终的水平应力，随着位移的大小和方向可呈现出两种极限状态（主动极限平衡状态和被动极限平衡状态）之间的任何状况，支护结构处于主动极限平衡状态时，受主动土压力作用，处于被动极限平衡状态时，受被动土压力作用。目前天津地区设计中一般采用直剪指标。勘察报告中提供三轴试验指标的少，且不固结不排水强度指标一般较直剪试验指标低，尚需总结采用三轴试验指标进行计算的经验。

3.2　技术标准

3.2.2　抗浮稳定性是指建筑工程范围内在抗浮设防水位条件下抗浮总荷载与总浮力的比较，其前提必须是工程各组成区域在浮力出现时，无论是其“整体”、“局部”和“锚固体系和构件”均满足抗浮的强度及变形的要求。

3.2.3　结合本市目前已建成及在建的地铁线路设计经验，一般环境中结构最大裂缝宽度限值可参考以下标准：主体结构迎土面 0.2mm，非迎土面 0.3mm，使用期间与主体侧墙共同受力或参与抗浮的围护结构使用阶段迎土面与非迎土面 0.3mm，施工阶段裂缝计算可不考虑长期作用影响的扩大系数，裂缝宽度可加大至 0.45mm，临时结构不进行裂缝计算。

3.2.9　基坑工程抗渗流稳定性验算主要验算支护结构底部土体的抗渗流或抗管涌稳定性以及基坑底部土体抗承压水突涌稳定性。根据天津地区近几年的工程经验，群桩基础或坑底加固情况下坑底抗突涌稳定性安全系数取不小于 1.05 是比较恰当的。

在基坑底部土体抗承压水突涌稳定性计算中，承压水水位对计算结果影响很

征求意见稿

大。根据天津地区实际情况，承压水水位有一定的历史变化，周围工程降水对承压水位也有一定的影响。

征求意见稿

4　结构形式与施工方法

4.2　施工方法

4.2.2　盖挖工法根据施工方式不同，分为盖挖顺作法和盖挖逆作法。

（1）盖挖顺作法

当车站位于交通繁忙、路面狭窄地段时，为确保交通畅通，宜采用盖挖顺作法施工。其作业程序是：首先做好围护结构，然后分块施做或利用深夜交通量少的时间进行临时路面系统施工，在临时路面系统保护下进行土方开挖及支撑，由下向上施做主体结构。

（2）盖挖逆作法、半逆作法

当车站位于不允许长时间占路的交通繁忙地段，并需严格控制基坑开挖引起地面沉降时，宜采用盖挖逆作法进行施工。其作业程序是：先做好围护结构及中间支撑柱，开挖覆土，做好结构顶板及防水，回填覆土恢复路面交通。其余主体结构由上而下进行施工。当条件许可时也可采用盖挖半逆作法施工。

5 荷载及结构计算

5.1　荷载

5.1.4　施工阶段一般指基坑开挖、主体结构施工阶段，一般情况下，盾构设备吊装阶段主体结构已施工完毕。

5.2　结构计算

5.2.1　结合已建成和在建地铁线路车站基坑的围护结构变形监测数据，支撑预加轴力按支撑轴力标准值的 30～70%取值，围护结构变形均能稳定在控制值之内。一般情况下，地连墙、灌注桩的钢管撑计算时，预加轴力一般取轴向压力标准值的 50%左右；SMW 围护的钢管撑计算时，预加轴力一般取轴向压力标准值的 30%左右；钢管撑两端按铰接考虑；支撑计算中应考虑施工偏差对强度和整体稳定的影响。

5.2.2　第 1 款　车站结构纵向强度和变形的分析。

当明挖结构沿纵向间隔一定距离设置伸缩缝时，其纵向应力一般不会成为控制结构设计的因素。但遇本款所列情况时，必须分析结构的纵向应力。除温度变化和混凝土收缩影响外，一般可采用弹性地基梁模型进行分析，求出其变形和内力后检算其强度。

软土地层中，为了确保行车安全，一般沿车站纵向不设贯通结构横断面的伸缩缝。这种情况下，即使没有本款提到的前三种因素，也必须考虑温度变化、混

征求意见稿

凝土收缩和地基纵向不均匀沉降对车站结构的纵向变形和内力的影响。

第 2 款　关于明挖法结构的计算。

结构为弹性地基上的平面框架；分别采用水平弹簧和竖向弹簧模拟地层对结构的水平位移和垂直位移的约束作用，弹簧仅能承受压力。

计算中应注意两点：

1）底板的计算弹簧反力不应大于地基的承载力；

2）在水反力的作用下，底板弹簧不能受拉。

综上所述，本标准规定，明挖结构宜按底板支承在弹性地基上的结构进行计算。

征求意见稿

6　围护结构设计

6.2　支撑体系

6.2.1　本条中支撑不含回筑阶段的倒撑。

6.4　土方开挖及回填

6.4.3　基底以上 200mm～300mm 范围内的土方采用人工辅助修底，主要是为了防止机械超挖和机械扰动坑底或边坡土体，并加强对工程桩的保护；当工程桩为预制桩或现浇素混凝土桩时，人工修底的高度宜进一步放大。

6.5　降水

6.5.1～6.5.4　天津市潜水位埋深较浅，静止水位一般在地面下 1.0m～1.5m 左右，一般基坑设计施工均涉及降水、止水问题。其设计与施工方法，需根据场地及周边工程地质条件、水文地质条件等综合分析确定。

基坑工程地下水控制有集水明排、大口井降水、隔水、承压水减压等方法，可根据实际地层、地下水情况采用其中一种或几种方法。

基坑降水可采用内降水或外降水，基坑内降水应设置隔水帷幕，基坑外降水应保证对基坑周围建（构）筑物、地下设施、管线等周围环境安全使用。

天津地区较浅基坑隔水可采用双轴水泥深层搅拌桩。双头水泥搅拌桩施工能力较弱，一般遇较厚粉土、砂土及深度较大时施工会比较困难，一般桩长施工长度以 18.0m 以内为宜。三轴搅拌桩施工能力较强，效果较好，一般桩长施工长度以 30.0m 以内为宜。施工深度 30m 以上的可考虑地下连续墙、TRD、CSM、RJP 等。

基坑深度较大时，受承压水影响较大，要求抽水试验资料和具有类似工程经验的专业降水单位编制基坑降水设计施工专项方案通过技术论证后实施，对基坑工程安全非常重要。

征求意见稿

7　主体结构设计

7.2　结构构造要求

7.2.4　临时孔洞一般包括盾构吊装孔、盾构出土孔、盖挖逆作法顶板出土孔等。

征求意见稿

9　工程材料

9.1　工程材料

9.1.1　地下结构采用钢筋混凝土结构有利于提高耐久性，地铁结构的主要受力构件，尤其是直接与地层接触的结构应采用钢筋混凝土。位于隧道内部的构件（包括主要受力构件和次要受力构件)根据需要也可采用其他结构材料和型式，包括钢与混凝土共同组合形成的结构(如钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构和组合构件等）、单纯的金属结构以及其他材料等，所选用的材料应满足耐久性要求。

9.2　混凝土保护层

9.2.1　为充分发挥混凝土截面高度的作用，设计时应注意灵活处理主筋和分布筋的布置方式。

征求意见稿