

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标[2013]169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,修订了本规范。

本规范的主要技术内容是:1.总则;2.术语;3.基本规定;4.施工准备;5.施工测量;6.管片生产与验收;7.掘进施工;8.特殊地段施工;9.管片拼装;10.壁后注浆;11.隧道防水;12.施工安全与环境保护;13.盾构保养与维修;14.施工运输;15.施工监测;16.成型隧道验收。

本规范修订的主要技术内容是:1.增加了盾构选型与配置的技术内容;2.增加了油气、市政等隧道的贯通测量限差要求、管片拼装质量和成型隧道质量控制要求;3.增加了平原或山岭地区二等平面控制网测量要求;4.增加了钢管片现场验收的技术要求;5.增加了盾构空推、存在有害气体地段施工的措施要求;6.增加了监测频率和监测预警等技术内容;7.增加了铁路隧道管片拼装质量和成型隧道质量控制要求。

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。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由住房和城乡建设部科技与产业化发展中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送住房和城乡建设部科技与产业化发展中心(地址:北京市三里河路9号,邮政编码:100835)。

本规范主编单位:住房和城乡建设部科技与产业化发展

中心

中铁隧道集团有限公司

本规范参编单位：北京城建集团有限责任公司

上海隧道工程有限公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

中国铁建重工集团有限公司

中铁工程装备集团有限公司

北京京合顺通隧道工程有限公司

中铁十一局集团有限公司

中铁十六局集团有限公司

北京港创瑞博混凝土有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

上海力信测量技术有限公司

中铁隧道勘测设计院有限公司

本规范主要起草人员：梁 洋 周建军 张晋勋 李 刚

秦长利 李建斌 刘飞香 安 栋

张旭东 马 栋 杨寒冰 武福美

张晓日 毕既华 洪开荣 蔡亚宁

杨建刚 熊琦智 章龙管 程永亮

鲁海波 王更峰 王暖堂 任伟峰

恽 军 杨振兴 贺维国 徐 韬

本规范主要审查人员：傅德明 刘 春 沙明元 张厚美

吴全立 王江卡 郭京波 刘 亮

马保松 季玉国

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	施工准备	5
4.1	前期调查	5
4.2	技术准备	5
4.3	盾构选型与配置	6
4.4	设施准备	7
4.5	工作井	8
5	施工测量	10
5.1	一般规定	10
5.2	地面控制测量	11
5.3	联系测量	12
5.4	隧道内控制测量	13
5.5	掘进施工测量	14
5.6	贯通测量	16
5.7	竣工测量	17
6	管片生产与验收	18
6.1	一般规定	18
6.2	原材料	18
6.3	钢筋混凝土管片模具	18
6.4	钢筋骨架	19
6.5	混凝土	21
6.6	钢筋混凝土管片	22
6.7	钢管片	24

6.8	管片贮存与运输	25
6.9	管片现场验收	25
7	掘进施工	27
7.1	一般规定	27
7.2	盾构组装与调试	28
7.3	盾构现场验收	28
7.4	盾构始发	29
7.5	土压平衡盾构掘进	29
7.6	泥水平衡盾构掘进	30
7.7	盾构姿态控制	30
7.8	开仓作业	31
7.9	盾构接收	32
7.10	调头、过站和空推	32
7.11	盾构解体	32
8	特殊地段施工	34
8.1	一般规定	34
8.2	施工措施	34
9	管片拼装	38
9.1	一般规定	38
9.2	拼装作业	38
9.3	拼装质量控制	39
9.4	管片修补	40
10	壁后注浆	41
10.1	一般规定	41
10.2	注浆材料与参数	41
10.3	注浆作业	41
11	隧道防水	43
11.1	一般规定	43
11.2	接缝防水	43
11.3	特殊部位防水	43

12	施工安全与环境保护	44
13	盾构保养与维修	46
14	施工运输	47
14.1	一般规定	47
14.2	水平运输	47
14.3	垂直运输	47
14.4	管道运输	48
15	施工监测	49
15.1	一般规定	49
15.2	施工周边环境监测	50
15.3	隧道结构监测	51
15.4	监测频率	51
15.5	监测控制值和预警	52
15.6	监测成果及信息反馈	52
16	成型隧道验收	54
	本规范用词说明	56
	引用标准名录	57

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Construction Preparation	5
4.1	Investigation	5
4.2	Technical Preparation	5
4.3	Selection and Configuration of Shield	6
4.4	Facilities Preparation	7
4.5	Working Shaft	8
5	Construction Survey	10
5.1	General Requirements	10
5.2	Ground Control Survey	11
5.3	Connection Survey	12
5.4	Control Survey in Tunnel	13
5.5	Tunnelling Construction Survey	14
5.6	Breakthrough Survey	16
5.7	As-built Survey	17
6	Segment	18
6.1	General Requirements	18
6.2	Raw Material	18
6.3	Mould of Reinforced Concrete Segment	18
6.4	Steel Skeleton	19
6.5	Concrete	21
6.6	Reinforced Concrete Segment	22
6.7	Steel Segment	24

6.8	Storage and Carriage of Segment	25
6.9	Acceptance for Segment	25
7	Driving Construction	27
7.1	General Requirements	27
7.2	Shield Assembly and Commissioning	28
7.3	Shield Site Inspection and Acceptance	28
7.4	Shield Launching	29
7.5	Earth Pressure-balanced Shield Construction	29
7.6	Slurry Shield Construction	30
7.7	Shield Position and Stance Control	30
7.8	Work in Chamber	31
7.9	Shield Arrival	32
7.10	U-turn, Station-crossing and Empty-push	32
7.11	Shield Disassembly	32
8	Construction of Special Section	34
8.1	General Requirements	34
8.2	Construction Measures	34
9	Segment Installation	38
9.1	General Requirements	38
9.2	Installation	38
9.3	Installation Quality Control	39
9.4	Repairing	40
10	Back-fill Grouting	41
10.1	General Requirements	41
10.2	Grouting Material and Parameters	41
10.3	Grouting	41
11	Tunnel Waterproofing	43
11.1	General Requirements	43
11.2	Joint Waterproofing	43
11.3	Special-site Waterproofing	43

12	Construction Safety and Environment Protection	44
13	Shield Maintenance and Service	46
14	Construction Transport	47
14.1	General Requirements	47
14.2	Horizontal Transport	47
14.3	Vertical Transport	47
14.4	Pipeline Transport	48
15	Construction Monitoring	49
15.1	General Requirements	49
15.2	Around Tunnel Monitoring	50
15.3	Tunnel Structure Monitoring	51
15.4	Frequency of Monitoring	51
15.5	Control value and Early Warning of Monitoring	52
15.6	Monitoring Results and Feedback	52
16	Tunnel Acceptance	54
	Explanation of Wording in This Code	56
	List of Quoted Standards	57

1 总 则

1.0.1 为加强盾构法隧道工程施工管理，统一盾构法隧道工程的施工技术及质量验收标准，确保施工过程的工程安全、环境安全和工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于盾构法施工的预制管片拼装式隧道工程的施工及验收。

1.0.3 盾构法隧道工程的施工及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。

2 术 语

2.0.1 盾构 shield

在钢壳体保护下完成隧道掘进、出渣、管片拼装等作业，由主机和后配套设备组成的全断面推进式隧道施工机械设备。根据开挖面的稳定方式，分为土压平衡式盾构、泥水平衡式盾构、敞开式盾构和气压平衡式盾构。

2.0.2 工作井 working shaft

盾构组装、解体、调头、空推、吊运管片和输送渣土等使用的竖井，包括盾构始发工作井、盾构接收工作井、检查工作井等。

2.0.3 盾构始发 shield launching

盾构开始掘进的施工过程。

2.0.4 盾构接收 shield arrival

盾构到达接收位置的施工过程。

2.0.5 盾构基座 shield cradle

用于保持盾构始发、接收等姿态的支撑装置。

2.0.6 反力架 reaction frame

为盾构始发掘进提供反力的支撑装置。

2.0.7 管片 segment

隧道预制衬砌环的基本单元，管片的类型有钢筋混凝土管片、纤维混凝土管片、钢管片、铸铁管片、复合管片等。

2.0.8 负环管片 temporary segment

为盾构始发掘进传递推力的临时管片。

2.0.9 开模 mould loosening

打开钢筋混凝土管片模具上部或侧部模板的过程。

2.0.10 出模 demoulding

- 钢筋混凝土管片脱离模具的过程。
- 2.0.11 防水密封条** sealing gasket
镶嵌于管片接缝处的条状防水材料。
- 2.0.12 壁后注浆** back-fill grouting
用浆液填充隧道衬砌环与地层之间空隙的施工工艺。
- 2.0.13 铰接装置** articulation
以液压油缸连接，可调节前后壳体相对姿态的装置。
- 2.0.14 盾构调头** shield u-turn
盾构施工完成一段隧道后调转方向的过程。
- 2.0.15 盾构过站** shield station-crossing
利用专用设备把盾构拖拉或顶推通过车站/工作井的过程。
- 2.0.16 盾构空推** shield empty-push
盾构不需要土体开挖的推进过程。
- 2.0.17 盾构姿态** shield position and stance
盾构主机的空间状态，通常采用横向偏差、竖向偏差、俯仰角、方位角、滚转角和切口里程等参数描述。
- 2.0.18 椭圆度** ovality
圆形隧道管片衬砌拼装成环后隧道最大与最小直径的差值与隧道设计内径的比值，以千分比表示。
- 2.0.19 错台** step
相邻管片接缝处的偏差。

3 基本规定

3.0.1 盾构法隧道施工应具有施工管理体系，应建立质量控制和检验制度，并应采取安全和环境保护措施。

3.0.2 盾构类型和技术性能应满足工程地质和水文地质条件、线路条件、环境保护和隧道结构设计的要求。

3.0.3 盾构施工专项施工方案和应急预案应根据盾构类型、地质条件和工程实践制定。

3.0.4 工程原材料、半成品和成品进场应进行验收，质量合格后方可使用。

3.0.5 施工现场的场地应满足工作井、龙门吊、管片存放、浆液站、泥浆处理设施、材料、渣土堆放、充电间、供配电站、控制室、库房等生产设施用地和施工运输要求。

3.0.6 施工期间应监控盾构姿态。

3.0.7 盾构法隧道施工应实施项目信息化管理，宜配置远程监控系统。

3.0.8 施工期间应对邻近的建筑物、地下管线、道路与轨道交通线路等进行监测，并应对重要或有特殊要求的建（构）筑物采取必要的技术措施。

3.0.9 质量合格指标应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量达到 100% 时，应为合格；
- 2 一般项目的质量达到 95% 及以上时，应为合格；
- 3 应具有完整的施工质量验收依据和质量验收记录。

4 施工准备

4.1 前期调查

- 4.1.1 施工前，应对施工地段的工程地质和水文地质情况进行调查，必要时应补充地质勘察。
- 4.1.2 对工程影响范围内的地面建（构）筑物应进行现场踏勘和调查，对需加固或基础托换的建（构）筑物应进行详细调查，必要时应进行鉴定，并应提前做好施工方案。
- 4.1.3 对工程影响范围内的地下障碍物、地下构筑物及地下管线等应进行调查，必要时应进行探查。
- 4.1.4 根据工程所在地的环境保护要求，应进行工程环境调查。

4.2 技术准备

- 4.2.1 隧道施工前，应具备下列资料：
 - 1 工程地质和水文地质勘察报告；
 - 2 隧道沿线环境、地下管线和障碍物等的调查报告；
 - 3 施工所需的设计图纸资料和工程技术要求文件；
 - 4 工程施工有关合同文件；
 - 5 施工组织设计；
 - 6 拟使用盾构的相关资料。
- 4.2.2 盾构掘进施工前，应完成下列工作：
 - 1 复核各工作井井位里程及坐标、洞门圈制作精度和安装后的高程和坐标；
 - 2 盾构基座、负环管片和反力架等设施及定向测量数据的检查验收；
 - 3 管片储备；
 - 4 盾构掘进施工的各类报表；

- 5 洞口前土体加固和洞门圈密封止水装置检查验收。
- 4.2.3 施工组织设计应满足质量、安全、工期和环保要求。
- 4.2.4 施工前应进行技术培训与技术交底。
- 4.2.5 施工前应根据工程特点和环境条件，完成测量和监测的准备工作。

4.3 盾构选型与配置

- 4.3.1 盾构选型与配置应适用、可靠、先进、经济，配置应包括刀盘、推进液压缸、管片拼装机、螺旋输送机、泥水循环系统、铰接装置、渣土改良系统和注浆系统等。
- 4.3.2 盾构选型依据应包括下列内容：
 - 1 工程地质和水文地质勘察报告；
 - 2 隧道线路及结构设计文件；
 - 3 施工安全；
 - 4 施工环境及其保护要求；
 - 5 工期条件；
 - 6 辅助施工方法；
 - 7 类似工程施工经验。
- 4.3.3 盾构的壳体结构应能保证在其所承受的正常施工荷载作用下，各结构件均应处于安全可靠状态。
- 4.3.4 刀盘应符合下列规定：
 - 1 刀盘结构的强度和刚度应满足工程要求；
 - 2 刀盘结构形式应适应地质条件，刀盘面板应采取耐磨措施，刀盘开口率应能满足盾构掘进和出渣要求；
 - 3 刀具的选型和配置应根据地质条件、开挖直径、切削速度、掘进里程、最小曲线半径及地下障碍物情况等确定；
 - 4 刀盘添加剂喷口的数量及位置应根据地质条件、刀盘结构、刀盘开挖直径等确定。
- 4.3.5 刀盘主驱动应符合下列规定：
 - 1 刀盘主驱动形式应根据地质和环境要求确定，最大设计

扭矩应满足地质条件和脱困要求；

2 刀盘转速应根据地质条件和施工要求确定，转速应可调；

3 刀盘驱动主轴密封应根据覆土厚度、地下水位、添加剂注入压力、掘进里程等确定。

4.3.6 推进液压缸应采取分区控制，每个分区液压缸应具备行程监测功能。总推力应根据推进阻力的总和及所需的安全系数确定。

4.3.7 管片拼装机的自由度应满足拼装要求，各动作应准确可靠，操作应安全方便。

4.3.8 螺旋输送机的结构和尺寸应根据工程地质和水文地质条件、盾构直径和掘进速度等确定。后闸门应具有紧急关闭功能。

4.3.9 泥水循环系统应根据地质和施工条件等确定，并应具备掘进模式和旁通模式，流量应连续可调，可配置渣石处理装置。

4.3.10 铰接装置应满足隧道轴线曲率半径的要求，最大推力应大于前后壳体姿态变化引起的阻力，每组铰接液压缸应具备行程监测功能。

4.3.11 渣土改良系统和注浆系统应与地质条件相适应。注浆系统应具备物料注入速度和注入压力调节功能。

4.3.12 人舱和保压系统应满足作业人员开仓作业要求，人舱宜采用并联双舱式。

4.3.13 盾构主机和后配套设备结构应满足导向系统的安装和通讯要求，盾构掘进管理系统应与导向系统实现数据交互。

4.4 设施准备

4.4.1 辅助设施应根据盾构类型、掘进方法和施工工艺要求等配置。

4.4.2 辅助设施应符合下列规定：

1 根据工程需要和环境保护要求，应配置符合盾尾同步注浆需要的浆液站，泥水平衡盾构应设置相应的泥水输送和处理装置；