

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制定、修订计划〉的通知》（建标〔2009〕88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，编制本规范。

本规范主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 设备配置；5. 开仓作业；6. 应急管理；7. 辅助工法。

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，由广州地铁设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议请寄送广州地铁设计研究院有限公司（地址：广州市环市西路204号，邮政编码：510010）。

本规范主编单位：广州地铁设计研究院有限公司
中铁隧道股份有限公司

本规范参编单位：广州市地下铁道总公司
广州轨道交通建设监理有限公司
广州市盾建地下工程有限公司
中铁十六局集团有限公司

本规范主要起草人员：竺维彬 史海欧 陈建 孙谋
张良辉 王晖 徐军哲 古力
黄威然 廖鸿雁 陈建军 陈和
鞠世健 农兴中 叶建兴 米晋生
曾垂刚 钟长平 蔡辉 于兴国
李锐 罗淑仪 卢小莉 吴煊鹏

本规范主要审查人员：江玉生 刘卡丁 丁志诚 杨育僧
马文义 吴圣宏 黄钟晖 韩亚丽
王世友 张自太 林世友 韩冰
林武红 吴建磊

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	设备配置	5
4.1	一般规定	5
4.2	人闸	5
4.3	气压作业动力、通信和辅助系统	5
5	开仓作业	7
5.1	一般规定	7
5.2	准备工作	7
5.3	气压作业	8
6	应急管理	12
7	辅助工法	13
	本规范用词说明	14
	引用标准名录	15

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Equipment	5
4.1	General Requirements	5
4.2	Manlock	5
4.3	Power, Communication and Auxiliary System	5
5	Work in Chamber	7
5.1	General Requirements	7
5.2	Preparation	7
5.3	Work in Compressed Air	8
6	Emergency Management	12
7	Auxiliary Measure	13
	Explanation of Wording in This Code	14
	List of Quoted Standards	15

1 总 则

1.0.1 为了加强盾构法开仓作业的安全管理，统一盾构法开仓作业施工技术和作业标准，贯彻安全适用、技术先进、经济合理的原则，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于采用盾构法施工中的在常压或气压作业环境下的开仓作业。

1.0.3 盾构法施工开仓作业除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 盾构 shield

盾构掘进机的简称，是在钢壳体保护下完成隧道掘进、拼装作业，由主机和后配套组成的机电一体化设备。

2.0.2 开挖仓 excavation chamber

土压平衡盾构的土仓，泥水盾构的泥水仓。

2.0.3 开挖面 excavation face

刀盘前方掘进开挖的裸露土体，随着掘进进度而移动。

2.0.4 开仓作业 work in chamber

盾构停止掘进后，工程人员进入开挖仓施工作业的过程。包括常压作业和气压作业。

2.0.5 气压作业 compressed air work

在高于大气压条件下进行的开仓作业。

2.0.6 人闸 man lock

进行气压作业时，能实时实现升、降压功能，并能使作业人员、物资安全出入盾构开挖仓的设备。进行常压作业时，此设备仅作为进入盾构开挖仓的一个通道。人闸包括主仓和副仓两部分。

2.0.7 主仓 main chamber

人闸中与开挖仓直接相连的仓室。

2.0.8 副仓 auxiliary chamber

人闸中与主仓相连的辅助仓室。

2.0.9 医疗仓 treatment compartment

在高于大气压的密闭仓对气压作业不适应的人进行应急治疗的设备。

2.0.10 自动保压系统 automatic maintaining system of

air pressure

能实时调节并使盾构的人闸和开挖仓压力维持设定压力值的系统。

2.0.11 工作压力 working pressure

气压作业时开挖仓内压力。

2.0.12 带压工作时间 compressed working time

气压作业人员从开始加压到开始降压的时间。

2.0.13 加压 increasing pressure

对开挖仓或人闸通入压缩空气，使压力提升到设定数值的过程。

2.0.14 减压 reducing pressure

作业人员完成带压作业后，按规定的程序和要求逐步降低压力至常压的过程。

2.0.15 减压病 decompression sickness

参与气压作业的人员由于减压不当而引起的以身体组织内发生气泡为病因导致的疾病。

2.0.16 操仓员 lock attendant

控制人闸加压和减压的操作人员。

2.0.17 辅助工法 auxiliary measure

开仓作业前，为保证地层的稳定性或气密性要求而对盾构周边地层进行处理的施工方法。

3 基本规定

3.0.1 开仓作业前，应对选定的开仓位置进行地质环境风险辨识，选择开仓作业方式，编制开仓作业专项方案。

3.0.2 开仓作业时，应对开挖仓内持续通风，仓内气体条件应符合表 3.0.2 的规定。

表 3.0.2 开挖仓内气体条件要求

序号	气 体	含量（%，按体积计）
1	一氧化碳	≤ 0.0024
2	二氧化碳	≤ 0.5
3	甲烷	≤ 1
4	硫化氢	≤ 0.00066
5	氧气	19~22

3.0.3 作业人员应经培训考核，合格后方可上岗作业。

3.0.4 开仓作业时，应做好地面沉降、工作面的稳定性、地下水量及盾构姿态的监测和反馈。

3.0.5 严禁仓外作业人员进行转动刀盘、出渣、泥浆循环等危及仓内作业人员安全的操作。

3.0.6 开仓作业时，仓内应设置临时的上下通道，并应保证进出开挖仓的渠道的畅通。

3.0.7 撤离开挖仓前，应确认工具全部带出。

4 设备配置

4.1 一般规定

- 4.1.1 盾构开仓相关设备应结合工程地质、水文条件进行设置与选型，并应与盾构的设计相适应。
- 4.1.2 进仓通道应结合盾构刀具及盾构前部仓内等设施进行设计。
- 4.1.3 开仓相关设备应在出厂前与盾构主机联合组装，并进行联合调试。
- 4.1.4 医疗仓应符合现行国家标准《医用空气加压氧舱》GB/T 12130 的相关规定。

4.2 人 闸

- 4.2.1 人闸内应配备通风、检测、照明、消防、通信、保温设备及应急救援设备和物资。
- 4.2.2 人闸宜选择并列双仓结构或多仓形式。
- 4.2.3 各道门的密封均应保证安全可靠。
- 4.2.4 主、副仓门均应设可通视仓内全貌的观察窗。

4.3 气压作业动力、通信和辅助系统

- 4.3.1 气压作业时提供压缩空气的空气压缩机应选用无油型空气压缩机。
- 4.3.2 供气系统动力源除应采用电网电源外，应配备备用发电机。
- 4.3.3 空气压缩机的容量配备应满足维持工作压力稳定的要求。
- 4.3.4 供气系统应配备备用空气压缩机。
- 4.3.5 照明设施的电压应采用不高于 24V 的照明灯具，应在开

挖仓外设置开关。

4.3.6 开仓作业通信工具应符合下列要求：

- 1 应在开挖仓外、主仓和副仓内分别设置电话；
- 2 应配备应急通信设备；
- 3 在人闸内应放置书写工具。

4.3.7 现场备用发电机负荷应满足下列总负荷要求：

- 1 空气压缩机的负荷；
- 2 水泵的负荷；
- 3 照明负荷；
- 4 其他应急设备的负荷。

5 开仓作业

5.1 一般规定

- 5.1.1 当盾构处于稳定的地层时，可在常压下直接进入开挖仓作业。
- 5.1.2 需实施气压作业时，盾构设备应满足带压进仓作业的要求。
- 5.1.3 气压作业开仓前，应确认地层条件满足气体保压的要求，不得在无法保证气体压力的条件下实施气压作业。

5.2 准备工作

- 5.2.1 常压作业前应检查确认盾构下列设备运转正常：
 - 1 盾构安全设备：
 - 1) 隧道内的通风设施；
 - 2) 盾构上的风、水、电系统；
 - 3) 通信系统；
 - 4) 洞内运输系统；
 - 5) 各种防护设备和装备。
 - 2 盾构监控设施：
 - 1) 视频监控系统；
 - 2) 开挖仓内各种压力传感器；
 - 3) 气体检测仪器。
 - 3 应急设备：
 - 1) 应急照明；
 - 2) 应急通信、交通设备；
 - 3) 排水、消防设备。
- 5.2.2 气压作业前除应按本规范第 5.2.1 进行检查外，还应检

查并确认下列设备运转正常：

- 1 人闸系统；
- 2 气压调节、自动保压系统；
- 3 应急备用电源；
- 4 应急保压气源设备；
- 5 医疗仓。

5.2.3 气压作业工作压力应按下列方法确定：

- 1 根据准备开仓作业位置的地质和水文条件，计算出开挖仓理论工作压力；
- 2 根据计算所得的理论工作压力进行现场试验，如能保证开挖面稳定，则可确定为工作压力。

5.2.4 初次开仓前应进行保压试验，且保压时间不小于 2h。

5.2.5 气压作业应配置气压作业主管、操仓员、进仓作业人员和医护人员，气压作业人员工作要求应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 气压作业人员工作要求

序号	气压作业人员	工作要求	配置人数
1	气压作业主管	负责总体管理现场气压作业	1
2	操仓员	对人闸进行气密性试验；能准确按医护人员制定的减压方案对进仓作业人员进行加减压，熟悉人闸及仓内设施的性能	1~2
3	进仓作业人员	应完成专门高压工作训练；执行气压作业主管的指令；建立工作日志；保证其中 1 人为专职观察员	≥2
4	医护人员	负责医学适合性评估，一旦带压进仓人员出现紧急状况，能进行全方位的医疗救助	1

5.3 气压作业

5.3.1 进仓作业前，应制订作业指导书，并应对所有参与人员进行培训。

5.3.2 人闸内的加压速度宜控制在 0.05MPa/10min ~ 0.10MPa/10min。

5.3.3 在加压过程中，当发现进仓人员身体不适时，应立即通知操仓员停止加压，若身体仍然不适，则应减压出仓。

5.3.4 在确认人闸内压力达到工作压力后，进仓人员应再次确认人闸与开挖仓连接门的安全性，方能进入开挖仓。

5.3.5 人闸与开挖仓的连接门必须保持开启。

5.3.6 开仓程序应按开仓作业专项方案进行，进仓人员工作时间和减压时间应符合表 5.3.6 的规定。

表 5.3.6 气压作业工作时间和减压时间

工作压力 P (MPa)	工作 时间 (h)	工作 完毕 第一 次减 压时 间 (min)	分段减压压力 (MPa)										最后 一次 减压 停留 后至 完全 卸压 时间 (min)	减压 总时 间 (min)						
			0.24		0.21		0.18		0.15		0.12				0.09		0.06		0.03	
			停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间			停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间
$0 < P \leq 0.12$	0~4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12
$0.12 < P \leq 0.15$	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12~15
	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	17	
	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	3	22	
	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	10	3	29		
$0.15 < P \leq 0.18$	1	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	18		
	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	25		
	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	15	3	35		
	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	10	3	20	3	52		
$0.18 < P \leq 0.21$	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	3	24		
	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	20	3	48	
	3	3	—	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	70		
	4	3	—	—	—	—	—	—	10	3	15	3	20	3	30	3	90			

续表 5.3.6

工作压力 P (MPa)	工作 时间 (h)	工作 完毕 第一 次减 压时 间 (min)	分段减压压力 (MPa)												最后 一次 减压 停留 后至 完全 卸压 时间 (min)	减压 总时 间 (min)						
			0.24		0.21		0.18		0.15		0.12		0.09				0.06		0.03			
			停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间			停留 时间	减压 时间	停留 时间	减压 时间		
0.21 < P ≤0.24	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	15	3	37			
	2	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	20	3	25	3	69		
	3	3	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	40	3	113			
	4	3	—	—	—	—	—	—	5	3	15	3	25	3	30	3	45	3	138			
0.24 < P ≤0.27	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	45		
	2	4	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	30	3	104			
	3	4	—	—	—	—	—	—	10	3	15	3	20	3	35	3	45	3	144			
0.27 < P ≤0.30	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	15	3	25	3	61	
	2	5	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	20	3	30	3	45	3	130			
	3	4	—	—	—	—	—	—	5	3	15	3	20	3	30	3	40	3	60	3	192	
0.30 < P ≤0.33	1	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	74
	2	5	—	—	—	—	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	35	3	50	3	163	
	3	4	—	—	5	3	10	3	15	3	25	3	35	3	40	3	55	3	207			
0.33 < P ≤0.36	1	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	3	15	3	20	3	25	3	85
	2	5	—	—	5	3	10	3	15	3	20	3	30	3	40	3	50	3	196			
	3	5	5	3	10	3	15	3	20	3	30	3	40	3	45	3	55	3	249			

5.3.7 气压作业环境下进行明火作业时，应制订专项方案，且应经过审批后方可进行。

5.3.8 减压病的治疗应按现行国家标准《减压病加压治疗技术要求》GB/T 17870 的规定执行。

5.3.9 在气压作业期间，拆装刀具及更换油管时，开挖仓内作

业应符合下列规定：

- 1 宜采用气动机具；
- 2 工作时应佩戴劳动保护用品；
- 3 启动气动机具前必须检查管接头，不得出现松动等安全隐患；
- 4 拆卸管线时应先泄压；
- 5 使用电动工具作业时，应由经过专业培训的人员配备专用设备。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

6 应急管理

6.0.1 在进仓作业之前，应根据地质条件、盾构类型和工程实际，制定盾构开仓专项应急预案。

6.0.2 常压作业时，当出现下列情况，应立即终止常压开仓作业，并应启动应急预案：

- 1 开挖面失稳；
- 2 仓内空气受到污染；
- 3 人员身体出现不适；
- 4 其他危及人员安全的紧急情况。

6.0.3 气压作业时，当出现下列情况，应立即终止气压开仓作业，并应启动应急预案：

- 1 本规范第 6.0.2 条所列情况；
- 2 仓内压力无法稳定；
- 3 气体保压设备故障。

7 辅助工法

7.0.1 开仓作业前，宜根据工程及水文地质资料，结合盾构施工实际情况选择泥膜护壁、盾壳后部止水、地层加固、仓内回填、降水等辅助工法。

7.0.2 在开挖面无法自稳且气密性差的地层，当采用泥膜护壁辅助工法时，应符合下列规定：

1 应采用高黏度、高质量泥浆。

2 高黏度泥浆宜采用专用设备拌制，应经充分膨化后利用注浆泵注入仓内。

3 对于气密性差的地层，宜在高黏度泥浆中加入填充材料。

7.0.3 盾壳后部止水辅助工法宜采用同步注浆、管片背后二次注浆和盾体径向注浆组合的注浆方式，应符合下列规定：

1 同步注浆应饱满，应填充超挖间隙；

2 管片背后二次注浆宜采用双液浆，且应至少封堵盾尾后2环~5环全环管片；

3 盾体径向注浆宜采用聚氨酯等化学浆液，在盾壳外形成封闭止水带；

4 应防止注浆固结盾体。

7.0.4 地层加固可采用水平或垂直加固两种形式。当采用旋喷或注浆工法时，应防止加固体固结盾构刀盘或盾体。

7.0.5 仓内回填材料宜采用强度等级低于 M5 的砂浆，回填前应防止回填砂浆凝固并包裹刀盘。

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

引用标准名录

- 1 《减压病加压治疗技术要求》GB/T 17870
- 2 《医用空气加压氧舱》GB/T 12130

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用