



中华人民共和国国家标准

GB/T 41051—2021

全断面隧道掘进机 岩石隧道掘进机安全要求

Full face tunnel boring machine—
Safety requirements of hard rock tunnel boring machine

2021-12-31 发布

2022-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 危险列表 3

5 安全要求 4

 5.1 基本要求 4

 5.2 主机 5

 5.3 后配套系统 6

 5.4 物料运输 7

 5.5 液压和气动系统 8

 5.6 电气设备 8

 5.7 控制系统 10

 5.8 通风 12

 5.9 激光导向系统 12

 5.10 人行通道、作业平台及其出入口 12

 5.11 防护 12

 5.12 粉尘 13

 5.13 有害气体 13

 5.14 噪声 13

 5.15 消防 13

 5.16 救援 13

 5.17 警示信息 14

6 安全要求的验证 14

7 使用说明书 14

 7.1 基本要求 14

 7.2 操作说明 15

 7.3 维护说明 15

 7.4 运输和组装说明 16

附录 A（规范性） 粉尘容许浓度 17

附录 B（资料性） 噪声测定 18

附录 C（规范性） 救生舱的基本要求 20

附录 D（资料性） 警示标志和标语 21

参考文献 28

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—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。

请注意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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国建筑施工机械与设备标准化技术委员会(SAC/TC 328)归口。

本文件起草单位：中国铁建重工集团股份有限公司、新疆额尔齐斯河流域开发工程建设管理局、中铁十八局集团有限公司、中铁十六局集团有限公司、中铁十一局集团城市轨道交通工程有限公司、中国水利水电第八工程局有限公司、中国水利水电第三工程局有限公司、石家庄铁道大学、中国水利水电第六工程局有限公司、华能西藏雅鲁藏布江水电开发投资有限公司、长江勘测规划设计研究有限责任公司、天津大学、山东大学、大连理工大学、盾构及掘进技术国家重点实验室、沈阳建筑大学、沈阳工业大学、北方重工集团有限公司、北京建筑机械化研究院有限公司、中铁工程装备集团有限公司、中交天和机械设备制造有限公司、力信测量(上海)有限公司。

本文件主要起草人：刘飞香、程永亮、石泉、黄欣、马栋、刘志斌、常彦博、黄继敏、郭京波、吴根生、王明友、苏利军、张茜、李术才、霍军周、杨振兴、周鹏、王世杰、张宁宁、刘双、贾连辉、靳党鹏、许东旭、麻成标、杨绍普、刘斌、王宇飞、杨峰、聂晓东、王宝友、阎向林、张昆峰、张健、郑亚飞、张雄伟、侯秉钧、倪锦初、刘洋、卢高明、何恩光、赵晶、王哲、马肖丽、刘永安、张英明、黄喆、周紫晗。

全断面隧道掘进机

岩石隧道掘进机安全要求

1 范围

本文件规定了岩石隧道掘进机(以下简称掘进机)的危险列表、安全要求、安全要求的验证及使用说明要求。

本文件适用于敞开式岩石隧道掘进机、单护盾岩石隧道掘进机和双护盾岩石隧道掘进机,其他类型的掘进机可参照执行。

本文件未包括全部的机械、电气、液压、气动及其他装置危险,也未包括通用标准中涉及的全部危险。本文件未包括的危险见 GB/T 15706 的规定。

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/T 150 (所有部分) 压力容器
- GB/T 1094.11 电力变压器 第 11 部分:干式变压器
- GB/T 1251.2 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验
- GB/T 1985—2014 高压交流隔离开关和接地开关
- GB 2893 安全色
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 3956—2008 电缆的导体
- GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分:通用技术条件
- GB 5226.3 机械安全 机械电气设备 第 11 部分:电压高于 1 000 V a.c.或 1 500 V d.c.但不超过 36 kV 的高压设备的技术条件
- GB/T 6067.1 起重机械安全规程 第 1 部分:总则
- GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第 1 部分:设备分类、要求
- GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196 机械安全 防护设置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求
- GB 8410 汽车内饰材料的燃烧特性
- GB/T 8420 土方机械 司机的身材尺寸与司机的最小活动空间
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 11345 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 14048.3 低压开关设备和控制设备 第 3 部分:开关、隔离器、隔离开关及熔断器组合电器
- GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减少
- GB/T 16754 机械安全 急停 设计原则
- GB/T 16855.1 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分:设计通则
- GB/T 17771 土方机械 落物保护结构 试验室试验和性能要求
- GB/T 17888.2 机械安全 接近机械的固定设施 第 2 部分:工作平台和通道
- GB 19517—2009 国家电气设备安全技术规范

GB/T 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
GB 20891 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法(中国第三、四阶段)
GB/T 25078.1 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第1部分:规划
GB/T 25078.2 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第2部分:低噪声设计的物理基础
GB/T 28780 机械安全 机器的整体照明
GB/T 29481 电气安全标志
GB/T 34354 全断面隧道掘进机 术语和商业规格
GB/T 34650 全断面隧道掘进机 盾构机安全要求
GB/T 34652 全断面隧道掘进机 敞开式岩石隧道掘进机
GB/T 34653 全断面隧道掘进机 单护盾岩石隧道掘进机
GB 50168—2018 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
GB 50194—2014 建设工程施工现场供用电安全规范
GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分:化学有害因素
GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

3 术语和定义

GB/T 15706、GB/T 34354、GB/T 34650、GB/T 34652、GB/T 34653 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

岩石隧道掘进机 hard rock tunnel boring machine

通过旋转刀盘并推进,使滚刀挤压破碎岩石,采用主机带式输送机出渣的全断面隧道掘进机。

注1:包括敞开式岩石隧道掘进机、单护盾岩石隧道掘进机及双护盾岩石隧道掘进机等。

注2:岩石隧道掘进机也称硬岩隧道掘进机或TBM。

[来源:GB/T 34354—2017,2.13]

3.2

敞开式岩石隧道掘进机 open type hard rock tunnel boring machine; gripper hard rock tunnel boring machine

在稳定性较好的岩石中,利用撑靴撑紧洞壁以承受掘进反力及扭矩,不采用管片支护的岩石隧道掘进机。

注1:包括主梁式岩石隧道掘进机、凯式岩石隧道掘进机。

注2:敞开式岩石隧道掘进机也称撑靴式岩石隧道掘进机。

[来源:GB/T 34354—2017,2.14]

3.3

单护盾岩石隧道掘进机 single shield hard rock tunnel boring machine

具有护盾保护,仅依靠管片承受掘进反力的岩石隧道掘进机。

[来源:GB/T 34354—2017,2.15]

3.4

双护盾岩石隧道掘进机 double shield hard rock tunnel boring machine

具有护盾保护,依靠管片和/或撑靴撑紧洞壁以承受掘进反力和扭矩,掘进可与管片拼装同步的岩石隧道掘进机。

[来源:GB/T 34354—2017,2.16]

3.5

人行通道 walkway

在掘进机的主机、后配套设备及主机和后配套之间允许人员通行的设施。

3.6

出入口 access

在通道线路上,一个区域进入另一个区域的分界处。

[来源:GB/T 34650—2017,3.3]

3.7

现地控制装置 local control device

在设备单元附近,用于控制设备单元的面板或开关。

3.8

壁后回填系统 backfilling system

用于填充隧道岩壁与管片外壁之间空隙的各种物料注入装置的总称。

[来源:GB/T 34653—2017,3.9]

3.9

危险区域 danger zone

在掘进机内部和/或周围,对人员身体和健康可能造成危害和损害的区域。

3.10

操作人员 operator

在掘进机主控室操作掘进机进行各种动作、现地操作掘进机附属设备及使用通用或专用工具进行掘进机维修和保养的人员。

注:附属设备包括但不限于:超前钻机、管片拼装机、管片输送机、管片吊机。

3.11

救生舱 refuge chamber

在掘进机上设置的为遇险人员提供的暂时的、安全的、独立的生存密闭空间舱体。

4 危险列表

表 1 所列危险包括了本文件所涉及的所有危险。这些危险是通过对岩石隧道掘进机的风险评估来确定的,需要采取措施来消除或减少。

表 1 危险列表

危险类别	危险内容	相关条款
机械危险	物体飞出	5.1.3、5.10.6
	坠落物	5.3.1.2、5.10.1、5.11.3
	滚转	5.2.4
	脱落	5.2.5.4、5.4.2、5.4.3.3
	摩擦或磨损危险	5.3.3、5.11.1
	滑倒、绊倒和坠落	5.10.2、5.10.3、5.10.6、5.10.7、5.10.9
电气危险	直接或间接的电气接触	5.6
	热辐射、化学反应等电器设备的外部影响	5.6.1、5.6.2.4、5.6.3.3、5.6.4.2
热危险	热危险	5.1.3、5.11.5
辐射产生的危险	激光	5.9
	放射性物质	5.13.3

表 1 危险列表 (续)

危险类别	危险内容	相关条款
噪声危险	干扰言语交际和声音信号	5.14.1
	噪声	5.14
振动危险	振动	5.5.4、5.5.12、5.14.1
粉尘、气体危害	有害粉尘和废气	5.12、5.13
	燃烧和爆炸的危险	5.15
	瓦斯气体的危险	5.13.1
涌水危险	突发涌水	5.1.9
忽视人类 工效学的危险	不自然的姿势和过度的施力	5.3.1.11
	不充分的照明	5.6.7
	干扰视野	5.3.1.6
动力中断、机械 零部件破坏和其他 功能混乱的危险	动力中断	5.7.3
	控制系统失效	5.7
	制动器失灵	5.5.5、5.5.6、5.7.1.4、5.7.1.5、5.7.1.6、5.7.7
有关安全措施/ 手段的缺失、 定位不当的危险	所有类别的防护装置	5.3.1.2、5.6.1、5.6.4.2、5.7.1、5.11
	与安全相关的装置	5.1.3、5.1.6、5.2.4
	启动和停机装置	5.7.5、5.7.6
	安全符号和标志	5.10.4、5.10.5、5.14.2、5.16.3、5.17
	所有类别的信息或报警装置	5.2.4.3、5.2.5.5、5.4.3.4、5.7.4、5.13.1
	紧急停机和自动停机装置	5.2.2.1、5.7.1.12、5.7.6、5.7.7
	工件的装、拆	5.4.1

5 安全要求

5.1 基本要求

5.1.1 掘进机机械安全设计应符合 GB/T 15706 的规定。

5.1.2 掘进机施工安全适应性应符合 GBZ 2.1 和 GBZ 159 的规定。

5.1.3 掘进机应设置安全装置,其结构设计应符合 GB/T 8196 的规定,并满足以下要求:

- 对操作人员可能触及的高温、高压、易碎等危险区域应设置防护装置(如防护罩、防护板等),并进行隔离;
- 对运动部件应设置防护装置或警示标识;
- 对极端压力、载荷、温度、行程等超过设定值时可能发生危险事故的零部件,应设置超限保险装置;
- 对某些动作需要对人员进行警告或提醒注意时,应设置声、光信号装置和警示牌。

5.1.4 现地操作应避免设置在机械危险源、有害粉尘、有毒气体、过度噪声伤害的位置。

5.1.5 人行通道及出入口应符合 GB/T 17888.2 的规定。

5.1.6 运动部件应在醒目位置设置警示标志,涂装安全色应符合 GB 2893 的规定。

5.1.7 电气系统应符合 GB/T 5226.1、GB 5226.3 的规定。

5.1.8 电气设备应具有与环境条件相适应的防护结构和措施,防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP55,刀盘驱动电机的防护等级不应低于 IP67。

5.1.9 掘进机应为应急排水设施安装提供必要的空间。

5.2 主机

5.2.1 刀盘

5.2.1.1 与刀盘支撑相关的焊缝、刀箱焊缝及刀箱与面板连接的焊缝应进行 100% 检测。

5.2.1.2 刀盘可更换刀具安装方式为:刀盘直径小于 4.5 m 时宜采用背装式,刀盘直径不小于 4.5 m 时应采用背装式。

5.2.1.3 刀盘现地控制装置与主控室控制装置应能联锁。

5.2.1.4 刀具安装螺栓应有防松措施。

5.2.2 主驱动单元

5.2.2.1 应设置驻车制动装置,制动装置具备的抵抗扭矩不应小于 5% 的刀盘最大工作扭矩和 $5 \text{ kN} \times R$ 的扭矩值,并应具有与刀盘动作控制联锁功能。

注: R 指刀盘半径,单位为米(m)。

5.2.2.2 应具有内、外密封介质流量监测,压力监测及报警功能。

5.2.2.3 应设置润滑油油温报警装置。

5.2.3 撑靴系统

5.2.3.1 撑靴应具有防滑功能。

5.2.3.2 撑靴系统与主驱动单元、推进系统应采用联锁设计,当撑紧力到达最小设定值时,才能启动刀盘和推进系统;当撑紧力降到最小设定值以下时,刀盘旋转和推进应能自动停止。

5.2.3.3 撑靴系统应具有高压撑紧缓动功能。

5.2.3.4 撑靴系统、后支撑系统应具有联锁功能,同时具有与推进系统的联锁功能。

5.2.4 滚转

5.2.4.1 掘进机设计时应应对防滚转能力进行计算校核。

5.2.4.2 单护盾岩石隧道掘进机及双护盾岩石隧道掘进机应配置稳定器,稳定器数量不应少于 2 个。

5.2.4.3 掘进机应配置滚转角度监测装置,当滚转角度超过限值时,控制系统应发出警示信息并自动停止刀盘和推进系统工作。

5.2.5 管片拼装机

5.2.5.1 运行时应有声光警示。

5.2.5.2 应设置旋转角度限位和制动装置。

5.2.5.3 采用机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 1.5,非机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 2.5。

5.2.5.4 在断电情况下,真空吸盘式管片拼装机应保证仍能吸持管片的时间不小于 20 min。

5.2.5.5 当真空度降至 80% 以下时,真空吸盘式管片拼装机应激活声光报警。

5.2.5.6 具有有线、无线两种控制方式时,两种控制方式间应能互锁。

5.2.6 钢拱架安装器

5.2.6.1 应设置限位装置。

5.2.6.2 在负载情况下的最大回转速度不应高于 2 r/min。

5.2.6.3 应能实现设计回转范围内的可靠制动。

5.2.7 锚杆钻机系统

5.2.7.1 应设置平移和回转限位装置。

5.2.7.2 应能实现设计回转范围内的可靠制动及机械限位。

5.2.7.3 在断电或失压工况下应具有位置自锁功能。

5.2.8 混凝土喷射系统

5.2.8.1 应设置喷射臂周向移动、喷射混凝土环形梁轴向移动机械限位装置。

5.2.8.2 应设置混凝土喷射泵急停装置。

5.2.8.3 应设置混凝土罐起吊、横向移动缓冲和限位装置。

5.2.8.4 应设置混凝土喷射防护罩。

5.2.9 壁后回填系统

5.2.9.1 壁后回填系统应设置豆砾石输送机防护装置。

5.2.9.2 壁后回填系统应设置压力监控装置。

5.3 后配套系统

5.3.1 主控室

5.3.1.1 外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 中规定的 IP54。

5.3.1.2 敞开式岩石隧道掘进机的主控室应设置防砸护棚,并应满足 GB/T 17771 中规定的验收基准 II 的冲击保护要求。

5.3.1.3 内部应配备灭火器、手持照明工具、逃生面具及破拆工具。

5.3.1.4 门应单向向外侧开启,窗户应便于开启、拆卸或击碎。

5.3.1.5 应设置醒目的紧急信息指示牌。

5.3.1.6 应配置可视辅助装置,至少包括闭路电视。

5.3.1.7 应设置温度调节装置。

5.3.1.8 内部照度不应低于 300 lx。

5.3.1.9 应具有减振、降噪和防护功能,掘进机工作时内部噪声不应高于 75 dB(A)。

5.3.1.10 内部装潢材料应为阻燃材料,燃烧速度不应大于 200 mm/min,燃烧后不应产生有毒有害气体,并符合 GB 8410 的规定。

5.3.1.11 除受掘进机的开挖直径限制影响外(如开挖直径小于 2 m),主控室操作位置设置应符合 GB/T 8420 的规定。

5.3.2 带式输送机

5.3.2.1 应设置防偏、除尘、刮渣、张紧装置,接渣口应具有缓冲和防冲击功能。

5.3.2.2 应设置危险警示标志。

5.3.2.3 两侧应设置拉线式紧急停止装置,紧急停止应符合 5.7.7 的规定。

5.3.2.4 应设置急停开关及联锁装置,具有互锁功能,且能够实现现地和主控室控制。

5.3.3 拖曳连接件

5.3.3.1 掘进机拖曳连接件应采用拉杆或液压缸牵引,并应根据隧道坡度设计其拖曳能力。

5.3.3.2 拖拉液压缸应配备压力传感器,超负荷时应报警,当负荷大于 1.25 倍设计最大负荷时,应自动停止牵引动作。

5.3.3.3 拖曳连接件的安全系数应按不低于表 2 选取。

表 2 安全系数

拖曳连接类型	额定拖曳力	安全系数
链连接	链条破断载荷	4
拉杆或其他连接	钢材屈服强度	2
液压拖拉油缸	油缸拖拉力	2
注：钢丝绳不能用作拖曳连接件。		

5.3.3.4 计算拖曳力时摩擦系数应按表 3 选取。

表 3 摩擦系数

拖曳力的计算	摩擦系数 μ
当轮式拖车运行在钢轨上时	0.2
当轮式拖车运行在其他表面上时	0.3
运行在任何表面上的滑履式拖车	1.0

5.3.4 人员休息室

- 5.3.4.1 外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 中规定的 IP54。
- 5.3.4.2 内部应配备灭火器、手持照明工具、逃生面具及破拆工具。
- 5.3.4.3 室门应单向向外侧开启，窗户应便于开启、拆卸或击碎。
- 5.3.4.4 应设置醒目的紧急信息指示牌。
- 5.3.4.5 应设置温度调节装置。
- 5.3.4.6 照度不应低于 300 lx。
- 5.3.4.7 应具有减振、降噪和防护功能，掘进机工作时内部噪声不应高于 75 dB(A)。
- 5.3.4.8 内部装潢材料应为阻燃材料，燃烧速度不应大于 200 mm/min，燃烧后不应产生有毒有害气体，并符合 GB 8410 的规定。

5.4 物料运输

5.4.1 一般要求

- 5.4.1.1 运输通道应通畅。
- 5.4.1.2 被吊运的设备或部件应设置吊耳或辅助起吊装置。
- 5.4.1.3 吊机的吊运能力不小于被吊部件重量的 1.25 倍。
- 5.4.1.4 焊接吊耳的焊缝应按 GB/T 11345 进行 100% 超声波检查，等级不应低于 A 级。
- 5.4.1.5 吊机行走和起吊应设置行程限位装置。

5.4.2 机械部件的吊运

- 5.4.2.1 质量超过 20 kg 机械部件的装卸应采取如下措施之一：
 - a) 自身配备起吊工具；
 - b) 设置适应起吊工具连接的接口，如吊孔等；
 - c) 设置能安装上标准起吊工具的结构，如法兰等。

注：20 kg 按 GB/T 14775—1993 中表 9 的最大值选取。

5.4.2.2 掘进机上机械部件和耗材的运输方法和路径，应在使用说明书和专用物料运输图中示出。

5.4.3 管片吊机

5.4.3.1 应设置限位装置，通道两侧应设置安全护拦，留有安全空间。

5.4.3.2 采用机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 1.5，采用非机械锁固的抓取装置安全系数不应小于 2.5。

5.4.3.3 在断电情况下，真空吸盘式管片吊机应保证仍能吸持管片的时间不小于 10 min。

5.4.3.4 当真空度降至 80% 以下时，真空吸盘式管片吊机应激活声光报警。

5.5 液压和气动系统

5.5.1 液压系统应符合 GB/T 3766 的规定，气动系统应符合 GB/T 7932 的规定。

5.5.2 压力容器应符合 GB/T 150(所有部分)的规定。

5.5.3 应设置液压和气动系统压力源管路安全阀。

5.5.4 应在液压和气动系统中采取降噪减振措施。

5.5.5 液压驱动及气压驱动的液压缸、气压缸及马达应具有在动力停止或回路故障时自动锁定的功能。

5.5.6 支撑载荷的液压和气动系统应具有在电气故障或者断电情况下保持载荷的功能。

5.5.7 液压系统应设置液压油冷却装置，冷却能力应满足降温需要。

5.5.8 液压系统应设置滤芯堵塞报警装置。

5.5.9 承受压力超过 15 MPa 的液压软管应采用扣压式管接头。

5.5.10 液压油箱应设置液位及高温报警装置。

5.5.11 液压泵及液压马达外露的旋转轴和联轴器应安装防护罩。

5.5.12 阀件设计应考虑重力、冲击、振动对阀内主要零件的影响。

5.5.13 蓄能器应设置压力释放装置，并设置警告标识。

5.5.14 电磁阀外壳防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP55。

5.6 电气设备

5.6.1 防护

5.6.1.1 电气安全标志应符合 GB/T 29481 的规定。

5.6.1.2 电气设备安全防护应符合 GB 19517—2009 中 2.2、2.3、2.5、2.6 的规定。

5.6.1.3 电气设备应具备漏电保护、短路保护和过载保护功能。

5.6.1.4 高压电气设备周围应设置防护隔离装置。

5.6.1.5 高压和低压箱柜内电气设备、1 kV 及以下配电装置及二次回路的绝缘电阻值不应小于 2 MΩ。

5.6.2 电线电缆

5.6.2.1 电缆应符合 GB/T 3956—2008 中第 5 种及以上导体的规定。

5.6.2.2 电线电缆的阻燃性能应符合 GB/T 19666 的规定。

5.6.2.3 电缆铺设应符合 GB 50168—2018 中 5.1、5.2、5.3、6.1、6.2 的规定。

5.6.2.4 电线电缆宜根据设备工作环境选用具有防水、防油、耐温、耐腐蚀、阻燃、低烟无卤等特性的电线电缆。

5.6.3 变压器

5.6.3.1 干式变压器应符合 GB/T 1094.11 的规定，箱式变压器防护等级不应低于 IP55。

5.6.3.2 干式变压器应设置绕组温度检测装置并采取强制排风散热。

5.6.3.3 油浸式变压器应设置油温、瓦斯超限报警装置。

5.6.3.4 变压器油应选择燃点在 300 ℃ 以上的阻燃合成剂。

5.6.3.5 箱式变压器箱门应设置连锁防护装置或配置电磁锁。

5.6.4 高压设备

5.6.4.1 高压设备应设置隔离防护装置,并在醒目位置设置警示标识。

5.6.4.2 高压分支箱应满足掘进机电缆和引入电缆可靠安全连接,具有全绝缘、全屏蔽、防水、防潮、防腐的性能,并能满足免维护的需要。

5.6.5 开关装置

5.6.5.1 开关装置应符合 GB/T 1985—2014 中 11.1、11.2、11.4、11.5、11.6、11.7 和 GB/T 14048.3 的规定。

5.6.5.2 高压开关柜正面应留有安全操作空间,应有带电显示装置和防误操作联锁装置,能实现如下功能:

- a) 防止带负荷分、合隔离开关;
- b) 防止误分或误合断路器、负荷开关;
- c) 防止接地开关处于闭合位置时关合断路器、负荷开关;
- d) 防止在带电时误合接地开关或挂接地线;
- e) 防止误入带电间隔。

5.6.5.3 高压开关柜箱门应设置连锁防护装置或配置电磁锁。

5.6.5.4 高压开关应具有分/合闸、隔离功能。

5.6.5.5 高压开关应具有过载和短路保护功能。

5.6.6 接地

5.6.6.1 接地应符合 GB/T 5226.1—2019 中 8.2 的规定。

5.6.6.2 电气设备及箱体外壳应接地,接地电阻不应大于 4Ω,并有接地标识。

5.6.7 照明

5.6.7.1 照明应符合 GB/T 28780 和 GB 50194—2014 中 10.2 的规定。

5.6.7.2 掘进机各个工作区域应设置照明设施和应急照明装置,照明线路应由专门开关装置控制并单独配线。

5.6.7.3 工作区域照明照度不小于 100 lx。

5.6.7.4 通道照明应满足以下要求:

- a) 人员通道最低照度不应小于 30 lx;
- b) 应配置应急照明装置,应急照明照度不小于 25 lx,应急照明时间不应小于 1 h;
- c) 照明灯应不受车辆、移动部件移动影响。

5.6.7.5 照明灯具及附属装置的安全防护设施应根据现场环境条件配置。

5.6.7.6 照明装置供电电压应根据作业环境和条件配置,主梁内的照明装置供电电压不应大于 24 V。

5.6.8 应急发电机

5.6.8.1 功率配置至少应满足应急照明、二次通风、气体检测、报警系统和通信系统的供电需求。

5.6.8.2 排气污染物排放限值不应低于 GB 20891 第三阶段规定。

5.7 控制系统

5.7.1 一般要求

- 5.7.1.1 控制电源应与动力回路隔离。
- 5.7.1.2 应将设备参数限定在安全范围以内,并应有动态效应的裕量。
- 5.7.1.3 应能清晰地显示设备操作信息、工作状态及故障报警信息。
- 5.7.1.4 控制系统应具有保护/报警功能,以避免可能出现的危险状况,包括但不限于:
 - a) 一个或几个部件暂时失效的情况;
 - b) 一个或几个部件永久的缺陷或失效的情况;
 - c) 操作中可能出现的危险状况。
- 5.7.1.5 掘进机的动作只能通过操作人员操作控制装置触发,并能可靠启动和停止。
- 5.7.1.6 除急停控制装置外,同一运动部件的两种及以上的控制模式(如本地维护模式、远程操作模式)间应能实现互锁。
- 5.7.1.7 对意外触发会导致设备危险状况的控制装置,应采取防止误操作的安全防护措施(如加防护罩或延迟动作)。
- 5.7.1.8 控制装置的操作指示标记应清晰准确,便于操作。
- 5.7.1.9 控制装置的布置应符合人类工效学。
- 5.7.1.10 现地控制装置应设置在操作人员能观察到作业区域的位置,并避开危险区域。
- 5.7.1.11 控制装置应设置在不易被破坏的位置,或做好防护措施。
- 5.7.1.12 现地控制装置附近应设置紧急停机装置。
- 5.7.1.13 刀盘现地控制装置(主机区域)应采用点动操作,应配置一把专用钥匙用于关闭远程控制装置。
- 5.7.1.14 现地控制装置的选用、位置和标识应满足以下要求:
 - a) 清晰可见、可识别,必要处适当加标识;
 - b) 控制装置的位置和运动标识与其作用一致;
 - c) 操作不能引起附加风险。

5.7.2 安全回路

- 5.7.2.1 安全回路应采用具有安全完整性等级满足要求的设备或装置。
- 5.7.2.2 安全等级的性能应符合 GB/T 16855.1 的规定,主要性能等级要求(PLr)见表 4,其余性能等级要求至少应为“a”。

表 4 主要性能等级要求

安全防护	性能等级要求(PLr)
刀盘点动	d
在电路或供电中断情况下的负载维持	d
最小支撑压力的联锁	b
附加的独立支撑系统的联锁	d
检修门或防护装置的联锁	c
紧急停机	c/d
自动关闭	c

5.7.3 供电中断与恢复

5.7.3.1 中断及恢复供电后的运动部件重新启动应符合下列要求：

- a) 电源中断时设备应能自动停机；
- b) 只能由操作人员人为操作才能重新启动；
- c) 自动或手动停止运动部件的功能应有效；
- d) 保护装置和防护措施应有效。

5.7.3.2 在电源关闭后，应能保证残留或存储在回路中的能量不对人体造成伤害。

5.7.4 警示系统

5.7.4.1 警示装置设置至少应符合表 5 的规定。

表 5 主要警示装置要求

警示项目	警示形式	警示时间	警示覆盖区域
刀盘启动警示	声音	警示持续 30 s 后，刀盘转动	刀盘区域
刀盘点动启动警示	声音	警示持续 30 s 后，刀盘转动/ 运行期间持续警示	刀盘区域
带式输机启动警示	声音	警示持续 10 s 后，皮带运转	传送带全长
管片拼装机运行警示	声音和灯光	运行期间持续警示	拼装区域
紧急疏散	声音和灯光	运行期间持续警示	设备全长

5.7.4.2 报警信息应明确、易于理解。

5.7.4.3 声音警报输出的最低音量应比运行条件下的噪声至少高出 10 dB(A)。

5.7.4.4 刀盘和带式输送机在运行前，其警示装置应自动开启。

5.7.4.5 遥控设备在运行时，其警示装置应开启。

5.7.5 启动

5.7.5.1 掘进机应通过人为操作控制装置启动，并设置防止意外启动装置。

5.7.5.2 停机后再启动应通过人为操作实现。

5.7.5.3 单体设备或机构有多个启动装置的应采取联锁控制。

5.7.5.4 掘进机需要按指定的顺序启动时应采取联锁控制。

5.7.5.5 对于可以进行互斥动作的启动装置应具有互锁功能，按钮宜分开布置。

5.7.6 停机

5.7.6.1 掘进机需要按指定的顺序停止时应采取联锁控制。

5.7.6.2 掘进机应设置安全停机装置，停止或减速运动的主要动作，宜通过去除或降低电压、流体压力来实现。

5.7.7 紧急停机

5.7.7.1 掘进机应设置急停装置并符合 GB/T 16754 的规定，设置位置包括但不限于：主控室操作台、现地控制装置、变压器柜。

5.7.7.2 急停装置应有清晰标识。

5.7.7.3 急停装置动作后，应一直保持有效，直到人工复位。人工复位只能通过正常启动程序重新启动

设备。

5.7.7.4 当急停装置动作时,系统内任何残留的能量应被限制或释放。

5.7.7.5 局部控制装置的急停装置,应能紧急停止该局部装置的动力源。

5.7.7.6 采用多个急停装置控制动作时,系统应能指示出被触发的急停装置的位置。

5.8 通风

5.8.1 掘进机应配置二次通风系统。

5.8.2 掘进机主机尾部回风速度不应小于 0.5 m/s。

5.8.3 二次风管应采用阻燃材料,燃烧速度不应大于 200 mm/min,燃烧后不应产生有毒有害气体,并应符合 GB 8410 的规定。

5.8.4 掘进机设备不应采用纯氧通风。

5.9 激光导向系统

5.9.1 激光导向系统应符合 GB 7247.1—2012 中 5.4 的规定,选取 3R 级光束。

5.9.2 激光束宜避开人行通道。

5.9.3 激光束通道附近应设置防激光伤害警示标志。

5.10 人行通道、作业平台及其出入口

5.10.1 人行通道、作业平台区域及边界应有清晰标志。

5.10.2 在不可避免需要更改人行通道、作业平台的水平面时应有坡道、台阶或阶梯,至少有一侧安装有护栏。

5.10.3 人行通道应畅通无障碍,走道面应防滑,不应有突出障碍物、空隙及松动部件等易造成绊跌或倒下危险的设施。

5.10.4 人行通道、作业平台内有分支、转弯、台阶、坡道及重要出入口处均应有紧急疏散标识。

5.10.5 在后配套拖车的出入口处、主控室内应设置醒目的紧急信息指示牌,指示牌内容应至少包括疏散路线、救生舱(如果提供)和灭火设备存放位置。

5.10.6 人行通道、作业平台周边存在运动部件时应在醒目地方设置运动部件警示标志。

5.10.7 人行通道尺寸应满足以下要求:

- a) 走道踏面宽度不宜小于 0.3 m;
- b) 开挖直径大于 6.0 m 的掘进机,通行高度不宜小于 1.8 m,宽度不宜小于 0.6 m;
- c) 开挖直径在 3.5 m 至 6.0 m 的掘进机,通行高度不宜小于 1.4 m,宽度不宜小于 0.45 m;当最大连续长度不大于 4.0 m 时,通行高度可降低但不宜小于 1.0 m;
- d) 通道平面高于周围平面 0.6 m 时,则应在通道或台阶边缘设置护栏,护栏高度不宜小于 1.1 m;
- e) 现地控制装置正面的操作通道、操作区域在面向操作盘方向左右不应小于 1.0 m,前后不应小于 0.6 m。

5.10.8 出入口尺寸应满足以下要求:

- a) 开挖直径大于 6.0 m 的掘进机,横截面积不应小于 0.25 m²;
- b) 开挖直径在 3.5 m 至 6.0 m 的掘进机,横截面积不应小于 0.2 m²。

5.10.9 有坠落风险的作业平台应设置吊挂安全带(绳)的挂点。

5.11 防护

5.11.1 人员易靠近和接触的机械部位应避免尖锐棱角。

5.11.2 掘进机内部产生高温或低温的零部件及可出入的区域范围应悬挂警示标识,接触表面应采取防护措施。

- 5.11.3 电缆、变压器、液压管路和压力管路应有防护措施。
- 5.11.4 液压管路应与电缆隔离。
- 5.11.5 应对设备的热表面和尖锐边角采取隔离防护措施。
- 5.11.6 主机区域电气设备应设置防砸设施,并具有抗振或防振功能。

5.12 粉尘

- 5.12.1 掘进机应设置除尘装置,经处理后工作区域的粉尘不应超过附录 A 的规定。
- 5.12.2 应在刀盘开挖仓、落渣处、混凝土喷射区域、豆砾石注入区及其他产生粉尘的部位设置除尘装置。
- 5.12.3 粉尘收集应适应干燥和潮湿环境,收集的粉尘不应直接排入大气。
- 5.12.4 粉尘收集应设置专用粉尘处理装置,处理能力应满足掘进作业需要。

5.13 有害气体

- 5.13.1 掘进机应设置气体监测装置,并能连续检测下列气体含量,当气体含量超标时应能声光报警,气体限值应符合以下规定:
 - a) 作业环境空气中氧气(O_2)含量应为 19.5%~23.5%(按体积计);
 - b) 作业环境空气中一氧化碳(CO)含量不应大于 30 mg/m³;
 - c) 作业环境空气中二氧化碳(CO₂)含量不应大于 0.5%(按体积计);
 - d) 作业环境空气中甲烷(CH₄)含量不应大于 0.5%(按体积计)。
- 5.13.2 有害气体及含量值应在主控室显示屏上显示。
- 5.13.3 依据地质条件选配必要的放射性气体监测装置。
- 5.13.4 应至少在以下位置设置气体监测装置:
 - a) 刀盘或粉尘扩散防止装置(防尘护盾)后部断面最上部;
 - b) 除尘风管尾部的排气口;
 - c) 废渣输送工具的卸载点/转载点。

5.14 噪声

- 5.14.1 应采取以下防护装置或措施实施降噪:
 - a) 设计时应考虑 GB/T 25078.1 和 GB/T 25078.2 规定的降低噪声的原则。
 - b) 泵和马达不应直接安装在钢结构件上,应采取阻尼、隔振措施;
 - c) 通风、除尘系统配备消音器;
 - d) 主控室采取隔音措施。
- 5.14.2 掘进机在空载运行时,噪声值应小于 85 dB(A);在掘进作业时,在噪声值超过 85 dB(A)的区域内应设置警示标志,并在使用说明书中规定操作人员应佩戴防护器具(如耳塞、耳罩或头盔等护耳器)。
- 5.14.3 噪声测定见附录 B。

5.15 消防

- 5.15.1 灭火器放置位置应在操作人员和火灾易发生区域之间。
- 5.15.2 应在包括但不限于变压器、油箱、液压泵站、电缆密集区域附近设置灭火器,并应根据可能的火灾类型和确保掘进机安全要求下选用合适的灭火剂。
- 5.15.3 灭火器应沿人行通道设置,且不需要工具便可取下,每个手提式灭火器灭火剂填充量不应低于 6 kg。
- 5.15.4 灭火器放置位置应有清晰的标识。

5.16 救援

- 5.16.1 救生舱应符合附录 C 的规定。

5.16.2 主控室和人员休息室应设置存放个人救生器具的空间,并配置救生器材,包括但不限于:呼吸装置、应急照明设备。

5.16.3 掘进机后配套系统应设置救援设备的存放位置,救援设备包括但不限于:担架、呼吸装置、照明器具和急救物品,存放位置应有清晰的标识,并应能防尘和防潮湿。

5.17 警示信息

5.17.1 警示标志

5.17.1.1 应由不易磨损的材料制成,不易污染变色;警示标志应设于醒目位置,并永久固定。

5.17.1.2 内容应不易擦除,并采用掘进机使用地区或国家的第一官方语言。

5.17.1.3 警示标志见附录 D 的规定。

5.17.2 警示装置

5.17.2.1 应当意义明确、易于互相区别,符合 GB/T 1251.2 的规定。

5.17.2.2 视听类型的警示装置应结构坚固,并设置于危险区域内人员视力、听力可及的地方。

5.17.2.3 输出的最低音量应比运行条件下的噪声至少高出 10 dB(A)。

5.17.2.4 警示装置的设置见附录 D 的规定。

5.17.3 警示标语

对于有防护措施但仍有潜在危险的部位应给出标语提示,标语见附录 D 的规定。

5.17.4 警示信息使用方法

5.17.1~5.17.3 所列三种警示信息可单独或组合使用,应在专用布置图中示出安装位置,便于现场安装和操作人员熟知和遵守。

6 安全要求的验证

6.1 应通过以下一条或几条的组合来对安全要求/措施进行确认检查:

- a) 计算;
- b) 测量;
- c) 目测;
- d) 按引用标准所规定的方法对有特殊要求的项目进行试验;
- e) 对制造商持有的相关文件内容进行评估。

6.2 应对急停装置和安全停机的功能进行测试并由制造商提供鉴定文件、测试报告。

6.3 提升和下降系统的测试应符合 GB/T 6067.1 的规定。

6.4 验证应在交付用户之前完成。

7 使用说明书

7.1 基本要求

7.1.1 产品使用说明书应符合 GB/T 9969 的规定。

7.1.2 掘进机制造商应提供至少包括下列内容的使用说明:

- 操作说明;
- 维修说明;

——运输和组装说明。

注：本文件只规定了上述说明手册中与安全有关的内容。

7.1.3 应对操作、维护及有关安全系统和组成部分的检查进行说明。

7.1.4 涉及人员安全的内容应采用与其他有明显区别的字体或形式标出。

7.1.5 封面或首页至少应当包括下列信息：

- 书名,带有修订号和修改日期；
- 掘进机系列或类型的名称；
- 掘进机的序列号或编号；
- 制造商的名称和详细地址。

7.2 操作说明

操作说明应至少包括以下内容：

- 所需操作的完整说明；
- 控制和功能描述；
- 配套设备使用说明；
- 机械上可能会发生的危险情况；
- 救生舱(如果有)的使用信息；
- 灭火装置的位置和使用说明；
- 所用符号的说明；
- 显示在设备上的警告标志、警告装置的清单和位置；
- 紧急停机装置的安装位置和使用说明；
- 安全装置使用的详细说明；
- 关于手提式灭火器的操作和维护的信息；
- 疏散路线信息、救援设备储存位置；
- 滚转超限纠正说明；
- 有关风险的信息；
- 职业健康危害因素的识别信息；
- 已识别风险的说明和安全操作的方法,包括但不限于安全设计措施、安全防护和报警处理的风险。

7.3 维护说明

维护说明应至少包括下列内容：

- 安全维护操作的说明,包括当设备电源没有完全断开、蓄能没有释放、只有一台或多台液压马达运行等条件下展开维护工作的说明；
- 开挖仓或刀盘进行安全工作的说明；
- 不能从刀盘后面换刀的特殊说明,包括不稳定的地层条件；
- 阻止刀盘转动的特殊说明；
- 重型部件或搬运困难的部件的安全组装和拆卸说明,应当注明刀具等常变换位置部件的重量；
- 零部件清单表,包括需要经常检查的部件说明、更换说明、在设备上的位置、备件清单；
- 可能对维护人员或其他人员造成伤害的特殊报警；
- 关于控制、急停、报警等系统的定期测试,如紧急停止、气体报警系统、制动系统和声光报警系统的测试说明；
- 明确设备维护的周期、方法、更换件和必要的工装和夹具；
- 明确设备故障症状、判断方法、维修方法和必要的工装和夹具；

——明确产品维护保养期间的安全注意事项。

7.4 运输和组装说明

运输和组装说明应至少包括以下内容：

- 设备拆分方案及适用的吊运设备的规格说明；
- 拆装、运输时的重要注意事项；
- 吊运单元的包装要求；
- 吊运单元清单，包括形状、尺寸、规格、重量等重要信息；
- 各个吊运单元的吊装受力点及重心示意图。

附 录 A
(规范性)
粉尘容许浓度

作业环境空气中粉尘容许浓度见表 A.1。

表 A.1 作业环境空气中粉尘容许浓度

粉尘名称	时间加权平均容许浓度(8 h)	
	mg/m ³	
	总尘	呼尘
硅灰石粉尘	5	—
硅藻土粉尘(游离 SiO ₂ 含量<10%)	6	—
滑石粉尘(游离 SiO ₂ 含量<10%)	3	1
石灰石粉尘	8	4
水泥粉尘(游离 SiO ₂ 含量<10%)	4	1.5
膨润土粉尘	6	—
其他粉尘(游离 SiO ₂ 含量<10%)	8	—
注 1: 总粉尘:可进入整个呼吸道(鼻、咽、喉、胸腔支气管、细支气管和肺泡)的粉尘,简称“总尘”。		
注 2: 呼吸性粉尘:按呼吸性粉尘标准测定方法所采集的可进入肺泡的粉尘粒子,其空气动力学直径均在7.07 μm 以下,简称“呼尘”。		

附 录 B
(资料性)
噪声测定

B.1 测量仪器

B.1.1 测量仪器为积分平均声级计或环境噪声自动监测仪,其性能不应低于 GB/T 3785.2 对 2 级仪器的要求。校准所用仪器应符合 GB/T 15173 对 1 级或 2 级声校准器的要求。当需要进行噪声的频谱分析时,仪器性能应符合 GB/T 3241 中对滤波器的要求。

B.1.2 测量仪器和校准仪器应定期检定合格,并在有效使用期限内使用,每次测量前、后必须在测量现场进行声学校准,其前、后校准示值偏差不得大于 0.5 dB(A),否则测量结果无效。

B.1.3 测量时传声器加防风罩。

B.1.4 测量仪器时间计权特性设为“F”(快)档,采样时间间隔不大于 1 s。

B.2 测量条件

B.2.1 测量应在风速为 5 m/s 以下时进行,应采取必要措施保证测量准确性,同时注明当时所采取的措施及边界条件。

B.2.2 测量工作应在掘进机第一次使用,且设备已安装完成、被测声源正常工作的情况下进行,同时注明当时的工况。

B.3 测点位置

B.3.1 根据声源、周围对噪声的敏感度布设多个测点,其中包括距噪声敏感度较大以及受被测声源影响大的位置。主要为:

- a) 主泵站;
- b) 液压设备、电动马达、通风设备、水泵等主要设备;
- c) 其他区域相关的安装设备、装配设备;
- d) 主控室。

B.3.2 一般情况下,测点选在距声源或周围对噪声的敏感度较大位置外 1 m、高度 1.2 m、与任一反射面距离不小于 1 m 的位置。

B.3.3 操作室、休息室等室内噪声测量时,室内测点位设在房间中心、距地面 1.2 m 处,门、窗应关闭。

B.4 测量要求

被测声源是稳态噪声时,采用 10 min 的等效声级。被测声源是非稳态噪声时,测量被测声源有代表性时段的等效声级,必要时测量被测声源整个正常工作时段的等效声级。

B.5 背景噪声测量

B.5.1 测量环境不应受被测声源影响,且其他声环境与测量被测声源时保持一致。

B.5.2 测量时段应与被测声源测量的时间长度相同。

B.6 测量记录

噪声测量时需做测量记录。记录内容应主要包括:

- a) 被测设备种类、型号、主要操作参数;
- b) 地面条件;

- c) 隧道尺寸；
- d) 测量时周边条件、测量仪器、校准仪器、仪器校准值(测前、测后)、测点位置、测量时间、噪声测量值、背景值；
- e) 测量工况、示意图；
- f) 测量地点、日期、测试人员。

B.7 测量结果修正

测量结果修正应满足以下要求：

- a) 噪声测量值与背景噪声值相差大于 10 dB(A)时,噪声测量值不做修正；
- b) 噪声测量值与背景噪声值相差在 3 dB(A)~10 dB(A)之间时,噪声测量值与背景噪声值的差值取整后,按表 B.1 进行修正；
- c) 噪声测量值与背景噪声值相差小于 3 dB(A)时,应采取措施降低背景噪声后,视情况按上述 a) 或 b)执行。

表 B.1 测量结果修正表

单位为分贝

差值	3	4~5	6~10
修正值	-3	-2	-1

附 录 C
(规范性)
救生舱的基本要求

C.1 一般要求

C.1.1 在隧道工程施工危险性评估中存在瓦斯突发、爆炸、火灾、水灾、岩石坠落、有毒有害气体的风险时,应提供救生舱。

C.1.2 救生舱承压能力、抗爆炸冲击能力以及容纳人员数量和放置位置应通过隧道项目风险评估确定。

C.1.3 舱室应提供面积不少于 0.5 m²/人和高度不低于 1.6 m 的人员空间。

C.1.4 舱室应设置观察窗和向内侧开启的逃生门。

C.1.5 舱体应具有保压、保温、防火、降噪功能。

C.1.6 舱室的填充和内饰材料应为阻燃材料。

C.2 气体供给

救生舱应设置外部供气接口,外部供气接口应设置空气过滤系统,外部空气供应量应在使用说明书中明确,内部应设置自备氧气供应装置,供氧能力以满足至少每人 0.5 L/min 持续 12 h 的供应量需求为计算依据。救生舱应配置气体净化系统和环境监测系统。

C.3 标识

主体应涂装成白色并在中段附加至少 100 mm 左右宽度的绿色反光带。舱体设有蓝色频闪灯为进舱人员指引方向,舱门处应设置频闪灯指示,以上装置通过设置在舱门处的紧急报警系统装置启动。

C.4 电源

应配备外界供电接口及自带蓄电池供电设备,自带的供电设备,应能提供至少 12 h 的室内设施、通讯、照明和气体检测供电。

C.5 舱内设备

舱内设备应至少包括:

- a) 语音通信设备;
- b) 内部照明(最低照度 15 lx);
- c) 人员休息座椅;
- d) 气体净化系统;
- e) 空气加减压设备;
- f) 温度调节装置;
- g) 应急气源保障系统;
- h) 卫生设施;
- i) 环境监测系统;
- j) 医疗急救设备。

C.6 使用说明书

应包括救生舱的使用信息、维护保养信息、常见故障处理及配件清单信息,使用说明书应放置在救生舱内人员易于观察到及易获取的位置。

附 录 D
(资料性)
警示标志和标语

D.1 概述

本附录给出了用于安全使用和操作的通用安全和警示标志、警示装置及标语汇总。
符号主要引用 GB 2894—2008 和 GB 2893—2008 两个标准,警示装置的作用划分参考 GB/T 1251.3—2008 表 1,标语主要选自近年来在设备安装使用说明书上通用的。
在操作台上,各厂家均有自己的专用表示方法,故在本文件中不做特别规定。
为了表示一个更为复杂的警示信息功能,这些警示标志和标语可以组合使用。

D.2 通用安全和警示标志

掘进机产品用通用安全和警示标志见表 D.1。

表 D.1 通用安全和警示标志

图形符号	名称和图形颜色	说明	标准序号
	必须带防护眼镜 Must wear protective goggles 白色图形,蓝色衬底	在进行液压管路维护等对眼睛有伤害的作业中,应戴上防护眼镜	GB 2894—2008 (3-1)
	必须带遮光护目镜 Must wear opaque eye protection 白色图形,蓝色衬底	在进行焊接等对眼睛有伤害的作业中,应戴上遮光护目镜	GB 2894—2008 (3-2)
	必须带护耳器 Must wear ear protector 白色图形,蓝色衬底	在维修风机、进入工作中的主电机附近,应戴上护耳器	GB 2894—2008 (3-5)
	必须穿防护鞋 Must wear protective shoes 白色图形,蓝色衬底	在进行焊接和电气系统维护等作业中,应穿上相应防护鞋	GB 2894—2008 (3-12)

表 D.1 通用安全和警示标志（续）

图形符号	名称和图形颜色	说明	标准序号
	必须带防护手套 Must wear protective gloves 白色图形,蓝色衬底	在进行焊接作业、液压管路维护、搬运粗糙重物等作业中,应戴上相应防护手套	GB 2894—2008 (3-11)
	必须系安全带 Must fastened safety belt 白色图形,蓝色衬底	在大型设备中,维护高处设备时,应系上安全带,以免坠落伤害	GB 2894—2008 (3-8)
	注意安全 Warning danger 黑色图形,黄色衬底	请注意你现在所处的危险状态	GB 2894—2008 (2-1)
	当心触电 Warning electric shock 黑色图形,黄色衬底	有电危险,不得佩戴戒指、手表等	GB 2894—2008 (2-7)
	当心激光 Warning laser beam 黑色图形,黄色衬底	处在激光束窗口照射范围,应保护好眼睛,避免直视激光束	GB 2894—2008 (2-29)
	当心爆裂 Warning explosion 黑色图形,黄色衬底	在高压软管(液压油、气和砂浆等)区域,注意软管爆裂对身体的伤害	GB 2894—2008 (2-3)
	当心火灾 Warning fire 黑色图形,黄色衬底	在高压软管、泵站、易燃物和易燃气体处,注意操作(如点焊、热粘接等)过程,避免火灾引起人身和财产损失	GB 2894—2008 (2-2)

表 D.1 通用安全和警示标志 (续)

图形符号	名称和图形颜色	说明	标准序号
	当心跌落 Warning drop (fall) 黑色图形,黄色衬底	在盾体内或后配套拖车的上下扶梯处,注意因油污或砂浆形成的台阶上污物,引起滑倒的风险	GB 2894—2008 (2-36)
	当心滑倒 Warning slippery surface 黑色图形,黄色衬底	在盾体内或后配套拖车的通道中,注意因油污或砂浆形成的地面通道污物,引起滑倒的风险	GB 2894—2008 (2-37)
	当心落物 Warning falling objects 黑色图形,黄色衬底	在盾体内、后配套台车上、在上下层交互施工时,应注意工件、渣土、工具等的坠落,以免引起伤害	GB 2894—2008 (2-14)
	当心吊物 Warning suspended items 黑色图形,黄色衬底	在管片吊机、电手动吊机吊运重物时,应避让,以免碰伤和挤压伤害	GB 2894—2008 (2-15)
	运动件移动风险 Warning moving parts 黑黄色条纹	设备上的运动部件,如管片拼装机的回转环、管片吊机的吊架等,在运行时,伴有声光警示信号,应注意避让	GB 2893—2008 4.3.2
	禁止触摸 No touching 黑色图形,红色禁止圈、白色衬底	对设备的按钮、热或快速回转表面,禁止触摸,以免设备操作故障和手指伤害事故	GB 2894—2008 (1-24)
	禁止停留 No stopping 黑色图形,红色禁止圈、白色衬底	对人员有直接伤害的管片拼装机和管片吊机区域,禁止人员停留,以免产生伤害事故	GB 2894—2008 (1-15)

表 D.1 通用安全和警示标志（续）

图形符号	名称和图形颜色	说明	标准序号
	灭火器存放处 Storage area of fire extinguisher 白色图形,红色衬底	设备操作团队,应知道灭火器存放位置,能正确使用灭火器灭火	
	电话存放处 Telephone places 白色图形,绿色衬底	设备操作团队,应知道电话设置位置。遇危险情况和日常工作时,应及时通报,脱离危险区域	

D.3 警示标语

掘进机产品用警示标语见表 D.2。

表 D.2 警示标语

名称	标语	适用部位
刀盘检修	危险 DANGER 在刀盘前工作期间,控制推进的主电路以及主电机必须断开连接。 DURING WORK IN FRONT OF CUTTERHEAD, CONTROL CIRCUITS FOR THRUST AND MAIN MOTORS MUST BE DISCONNECTED. 	前盾附近 主控室
高压电	危险 DANGER 高压危险 能导致严重伤害甚至死亡。请在使用前关闭电源! HAZARDOUS VOLTAGE CAN CAUSE SEVERE INJURY OR DEATH. TURN POWER OFF BEFORE SERVICING. 	高压柜 变压器 高压电路

表 D.2 警示标语（续）

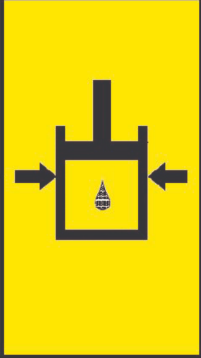
名称	标语	适用部位
液压管路	警告CAUTION 液压油会导致伤害。 请在维修前卸压！ HYDRAULIC OIL PRESSURE. CAN CAUSE INJURY. DEPRESSURIZE BEFORE SERVICING. 	液压管路 液压站
运行设备	警告CAUTION 挤压危险 能导致严重伤害。 请注意声光信号！ RISK FOR SQUEEZING. CAN CAUSE SEVERE INJURY. OBSERVE ACOUSTIC SIGNAL. 	管片拼装机 管片吊机
噪声防护	警告CAUTION 危害性噪音 会导致听力伤害。请佩戴防护设备！ HAZAROUS NOISE. CAN CAUSE IMPAIRED HEARING. WEAR EAR PROTECTION. 	刀盘、主驱动电机 风机
操作提示	安全指示 SAFETY INSTRUCTION 开机前，请先阅读操作说明！ BEFORE STARTING MACHINE, READ OPERATING INSTRUCTIONS.	司机室 管片拼装机 管片吊机 等设备

表 D.2 警示标语（续）

名称	标语	适用部位
操作提示	安全指示 SAFETY INSTRUCTION 仅通过培训人员可操作此设备！ ONLY TRAINED PERSONNEL SHALL OPERATE MACHINE.	司机室 管片拼装机 管片吊机 等设备
电控柜安全	安全指示 SAFETY INSTRUCTION 电控柜门应锁上，仅授权人员可打开！ CABINET DOORS ARE TO REMAIN LOCKED, ACCESS BY AUTHORIZED PERSONNEL ONLY.	电控柜 变频柜 高压柜 操作箱等

D.4 警示标语的尺寸

警示标语的尺寸如图 D.1 和图 D.2 所示。

单位为毫米



图 D.1 危险警示标语尺寸要求

单位为毫米



图 D.2 安全指示标语尺寸要求

参 考 文 献

- [1] GB/T 1251.3—2008 人类工效学 险情和信息的视听信号体系
 - [2] GB 2893—2008 安全色
 - [3] GB 2894—2008 安全标志及其使用导则
 - [4] GB/T 3241 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器
 - [5] GB/T 3785.2 电声学 声级计 第2部分:型式评价试验
 - [6] GB/T 14775—1993 操纵器一般人类工效学要求
 - [7] GB/T 15173 电声学 声校准器
-