

双护盾 TBM 混凝土预制管片厂的设计与运用

张龙斌, 程学刚, 梁和

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 成都 610072)

摘要:通过双护盾 TBM 管片预制厂的设计和实际运用,对预制厂房的布置、生产线配置和工位设计、管片混凝土出模强度验证等进行了分析与总结,对今后的管片预制厂设计提供了参考依据。

关键词:双护盾 TBM;混凝土预制管片;厂房;运用

中图分类号:TV554+.3;TV545;TV51

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)05-0027-03

1 工程概况

西藏某公路隧道工程项目采用 TBM 掘进,掘进长度约 4 700 m,采用 6+1 型四边形预制混凝土管片衬砌。混凝土管片预制厂是 TBM 掘进过程中的配套设施,主要为 TBM 掘进过程中提供管片的提前预制和养护、贮备工作。

2 管片预制厂的设计依据

(1)根据项目总施工进度要求,TBM 掘进月进尺计划为 450 m/月,管片堆放场的管片贮量不低于 3 个月正常掘进使用的贮量。

(2)管片构造:管片环外径为 8 800 mm;内径为 8 100 mm;管片厚度为 35 cm;管片最大幅宽为 1 818 mm,最小幅宽为 1 778 mm。

(3)GB/T22082-2008《预制混凝土衬砌管片》、JC/T 2030-2010《预制混凝土衬砌管片生产工艺技术规程》。

3 管片预制厂的规划与布置

3.1 管片预制厂规模的确定

预制厂的建设规模主要根据管片产量、管片养护方式确定。该项目管片预制厂的月生产量根据与掘进进度要求相一致设定为 450 m/月;为了加强管片模具的周转效率,避免人为因素,管片生产采用自动化生产线,管片出模前采用蒸养方式;根据工程区气温昼夜变化较大的特点,管片出模后,在室内采用喷淋的方式静养 3 d 后再转到室外自然养护。

3.2 管片预制厂的布置

主体厂房布置为长×宽=84 m×38 m,建筑面积为 3 192 m²,配置生产区、蒸养区、室内养护

区、室外堆存区等功能区域和配套设施。按照功能划分为三跨车间,在主厂房区配置一个中转养护区存贮约 1 d 的管片,在主厂房外侧配置 1 092 m² 的恒温养护室,管片在恒温室内养护 2 d 后转至室外堆放场存贮。

管片预制厂设计为三跨车间:

第一跨:主要功能为通过飞行料斗与混凝土拌和系统结合布置管片蒸养线,其高度和跨度主要考虑满足蒸养室安装宽度和生产线飞行料斗上料系统的高度。经计算,该跨设计为最低高度 3.1 m,最高高度 4.1 m,跨度为 10 m,主要布置顺序为:进模通道+三条蒸养线+出模通道+锅炉房+空压机室+试块、垫块间+办公室。

第二跨:主要功能是管片混凝土生产、钢筋喂料、管片翻身、管片暂存,其高度和跨度主要考虑满足 16 t 桥机脱模和 25 t 门机管片吊装转运高度,经计算,该跨设计为最低高度 12.6 m,厂房最高高度 13.4 m,跨度 16 m。主要布置顺序为:出模通道+一条生产线+钢筋喂料区+出模通道+翻转平台+管片暂存区,主要配置 2 t 葫芦、16 t 桥机及 25 t 门机。

第三跨:主要功能为钢筋笼堆存、钢筋笼加工、材料堆放,其宽度和跨度主要根据钢筋笼生产量和工位数以及所布置的一台门机高度确定。经计算,该跨设计为最低高度 7.6 m,考虑屋顶坡度因素时设计最高高度为 8.6 m,跨度为 12 m。管片预制厂平面布置情况见图 1。

3.3 管片生产线的生产能力计算和养护线配置

根据总进度,TBM 月进尺按 450 m/月的要求生产管片,每月生产时间按 25 d 计,在 TBM 开始

收稿日期:2016-08-15

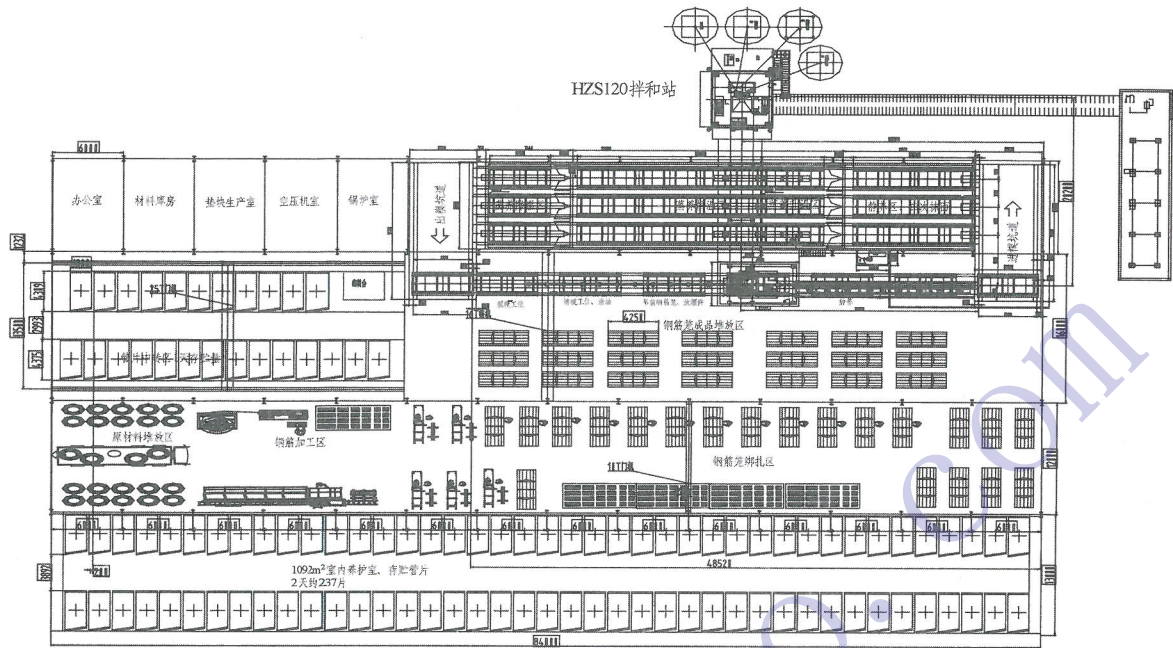


图1 管片预制厂平面布置图

掘进前 3 个月开始生产管片并进行贮备。

每月管片需求量为： $(450/1.8 \times 7) = 1\,750$ (片)。

平均每天需要管片： $1\,750/25 = 70$ (片)。

选用 HSL28GP 全自动流水生产线 1 条,管片混凝土的蒸养温度、养护时间、进出养护室全部采用自动控制,真空吸盘脱模方式。生产线平均每 15 min 生产一块管片,每天 3 班生产,每班工作时间为 7 h;管片每天的平均产量为： $(3 \times 7 \times 60/15) = 84$ (片),能够满足管片产量要求。

模具数量的确定:根据技术规程要求和管片混凝土蒸养配合比试验结果:在 60 ℃ ~ 65 ℃ 环境中蒸养 3.5 ~ 4 h 后,混凝土出模强度能够达到规范要求的 15 MPa 以上强度;

蒸养混凝土技术对静停、升温、恒温、降温的时间和温度要求:管片混凝土从下料生产到出模,整个过程约 7 h 能够完成一个循环,每天约能进行三个循环的混凝土浇筑。据此推算出的模具数量如下:

模具数量 = 单日总产量/模具单循环次数/单套模具数量 = $70/3/7 = 3.3$ (套)。配置管片模具 4 套、1 条生产线、3 条养护线,即 1 套模具在生产线上运行、3 套模具在养护线上进行混凝土养护。

3.4 管片室外堆放场规划

管片室外堆放场布置在管片预制场外侧。考

虑到管片提前 3 个月的生产堆存量 (约 5 250 片),按一环堆两垛放置,约需堆放面积 22 512 m²。

4 管片生产工艺设计

4.1 生产流水线设计方案

4.1.1 线型设计

主要设计技术参数:流水生产线设计为 4 线制,即 1 条作业线、3 条养护线,最大满足 4 套管片模具同时运转。

4.1.2 适用模具

模具的设计使用寿命按大于 1 500 环考虑。配置模具 4 套,管片模具规格见表 1。

表 1 模具规格表

模具名称	数量	重量/t	外形尺寸 (长×宽×高)/mm	备注
标准块 B、C、 D、E 模具	4	4.9224	5 200 × 2 458 × 1 460	
邻接块 A、F 模具	2	4.976 5	5 200 × 2 458 × 1 460	
封顶块 G 模具	1	2.687	5 200 × 2 458 × 1 460	
合计重量		32.337 5		

4.1.3 工作进度

每日工作 21 h,生产线设计最大产能为日均 3 个循环。

4.2 管片生产和蒸养

4.2.1 养护窑

蒸汽养护窑设计在车间的内部,静养区设置在蒸养房与进模坑道之间,静养时间设计为2.25 h。

4.2.2 蒸汽养护

管片在蒸汽养护窑内共进行蒸汽养护3.75 h。其中升温0.75 h、恒温2.25 h、降温区0.75 h。温度值可按照技术标准要求设置,由电脑自动控制。

4.3 管片混凝土生产

在生产流水线车间内部浇筑工位设计一个移

动料斗,连接拌和系统和生产线进行混凝土供料,附着式振捣器振捣;为了解决振捣器作业时影响模具行走系统的问题,在作业线上设计了1个定位隔振平台。通过定位隔振平台将模具抬升,防止将混凝土振捣时产生的振动传递到地面或通过钢轨传到其他模具,从而防止振动能量损失,提高混凝土的振捣效率,提高模具的使用寿命;在浇筑振动工位设计浇筑振动隔音室,以降低振动噪声对作业人员的伤害和对周边环境的影响。

4.4 生产流水线工位设计

生产线生产工艺流程见图2。

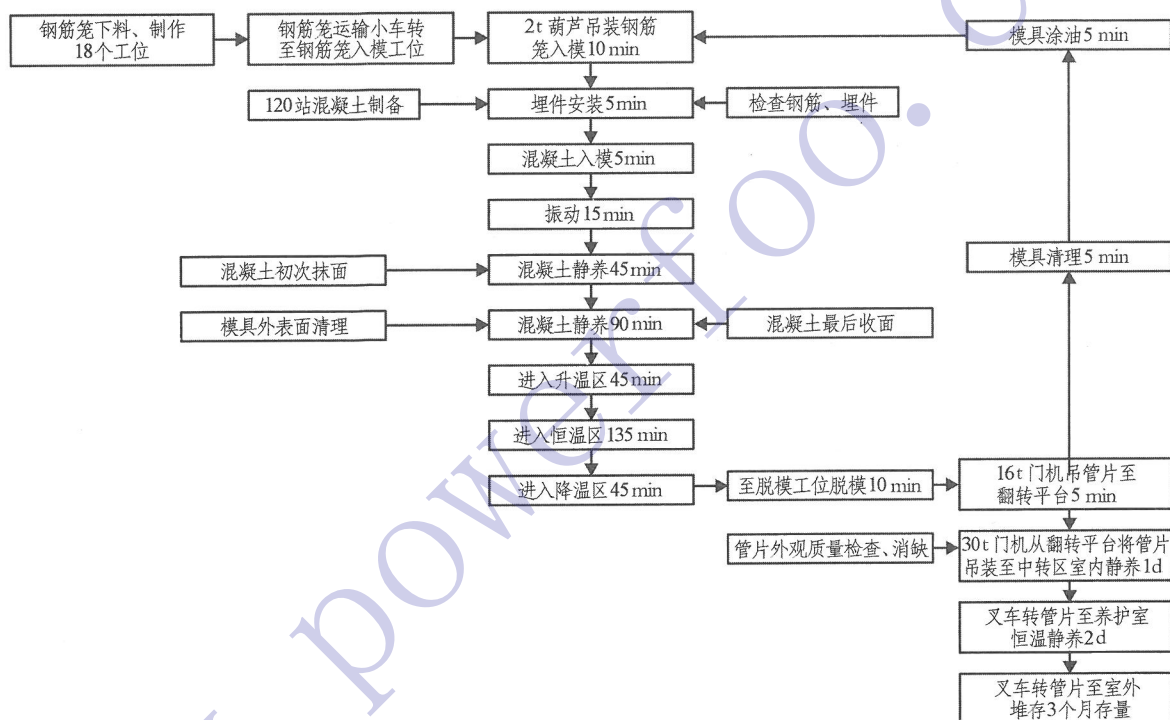


图2 管片生产工艺流程图

4.5 管片出模

管片混凝土出主养护室后,用安装在主养护室的转换小车将模具(管片混凝土)转运到准备线上;然后打开模具,用16 t桥机及管片脱模装置(真空吸盘)将管片从模具内吊出。

管片翻转:管片吊出模具后,用16 t桥机直接将管片吊入管片翻转台,将管片翻转180°,使管片内侧面面向上、外侧面面向下(蒸养时管片外侧面面向上)。

管片室内养护:管片翻转后,用25 t门机将管片吊入预制厂室内养护中转区进行室内养护,中转区配置面积为30 m×13.5 m,考虑30 m×3.5

m的转运交通通道后,按每环分两垛堆放(3+4),可堆存91片、约1.2 d的生产量,管片之间用垫木隔开。

管片质量检查:管片质量检查主要包括外观尺寸检查、外观质量检查和同期工况下的强度检测以及管片每生产200环后进行一次管片试拼装检查。

管片室外养护:管片在恒温室养护2 d后,用25 t叉车将管片运输到室外养护。只有经质量检查合格后的管片方可运输到洞内进行安装。

(下转第42页)

改变)

(3) 液压锤不能用来搬移石块。

不能使用钎杆末端或支架侧面滚动或推动石块。因为此时的油压来自于挖掘机大臂、小臂摇摆或滑动操作,如此操作会导致大小臂损坏;同时,液压锤螺栓可能会断裂、支架会损坏、钢钎会断裂或划伤,应避免用液压锤搬移石块。

(4) 不能把钎杆当撬杆使用,这样做很容易造成其断裂。

(5) 持续击打时间不能超过 1 min。

击打坚硬岩石时,对同一处的击打时间不能超过 1 min。

长时间的击打操作会引起油温升高,从而会导致钎杆衬套损坏及钎杆加速磨损。

(6) 对于长大、坚硬的石块,可在其裂纹处或尾端处进行破碎,相对容易击碎石块。

(7) 液压锤应在例行的引擎转速下作业。

液压锤进行破碎时,引擎转速应符合规定的定值。超过作业需要的引擎转速并不会增加打击力,但会使油温升高而导致设备损坏。

(8) 液压锤不能在水中及泥浆里作业。

不要在水中及泥浆里使用液压锤,否则活塞

或类似部件可能会生锈而导致其永久性损坏。如果需要在空中或水下作业,应特别订购水下型液压锤。

(9) 不能用液压锤直接下落击碎石块。

液压锤直接下落碎石会导致液压锤或挖掘机承受过大的力,很容易损坏挖掘机部件。

(10) 挖掘机大臂上的油缸杆行程最大时,绝对不能进行击打作业。

当挖掘机油缸杆行程最大时(油缸杆完全伸出或缩进)进行碎石的话,会损坏油缸及挖掘机的各个部件。

(11) 不能用液压锤悬吊物体。

不能在液压锤、支架及钢钎上系绳索悬吊物体,这样做很容易损坏破碎锤、支架及钢钎,而且这种操作也十分危险。

(12) 特别需要指出的是:冬天应开动引擎 5 ~ 20 min 进行预热后方可操作液压锤。

应根据挖掘机操作维护保养说明预热引擎。

作者简介:

余晓东(1969-),男,重庆市人,工程师,从事海外项目机械技术、设备及物资管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 29 页)

4.6 钢筋加工区

钢筋笼加工车间宽 12 m,长 84 m,划分为钢筋堆放区、钢筋加工区、半成品堆放区、钢筋笼绑扎区。钢筋笼绑扎区共设 18 个工位,每天每个工位可生产钢筋笼 5.25 个,18 个工位可生产钢筋笼 94 个,远大于管片产能 84 块。配置 10 t 门机一台、钢筋笼转运叉车一台,可满足钢筋笼的及时转运与贮存。

4.7 管片室内养护区

该管片预制厂配置了 1 092 m² 的室内养护区,可堆存约 237 块管片,管片从中转区转移至室内养护区进行室内恒温养护,室内恒温养护约 2 d 后转运至室外堆存。

5 结 语

(1) C35 混凝土管片出模后的强度为 16 ~ 19 MPa,室内养护 3 d 后混凝土管片强度为 28 ~ 32 MPa,养护 28 d 后混凝土管片强度为 39 ~ 48

MPa,出模后的管片没有发现裂纹、大面积气泡等缺陷,管片生产工艺满足设计要求。

(2) 管片厂的整体设计和分区基本能满足 450 m³/月的产能要求,但钢筋笼生产工位全部由人工操作,人的因素影响相对较大。今后可考虑管片钢筋笼的自动化生产线予以解决。

(3) 脱模剂经过高温蒸养后容易出现脱模剂粘模、掉渣、结晶等现象,严重影响清模进度和质量,从而影响混凝土生产线的整个运行时间和混凝土管片的外观质量,因此,对脱模剂的选择尤为重要。

作者简介:

张龙斌(1976-),男,四川都江堰人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

程学刚(1977-),男,四川都江堰人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;

梁 和(1980-),男,四川都江堰人,助理工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)