

Analysis on Civil Construction Technology of Mining Industry Building

Qi Wang

Changsha Engineering Construction Headquarters of China Railway Guangzhou Group Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410007, China

Abstract

Compared with ordinary civil buildings, mine industrial buildings have more stringent requirements in the aspects of mutual position, elevation control and structural seismic resistance of individual buildings; mine geological characteristics such as good permeability of sand gravel soil, uneven mechanical properties of bearing layer and rapid loss of strength due to construction disturbance and water have great influence on building foundation selection; building structure size is based on indoor equipment size according to the production and maintenance requirements, most of them are special-shaped members. The installation, reinforcement and vertical support system of concrete pouring formwork of structural members are mostly high formwork, and the installation of large-scale equipment needs to be carried out alternately with the structural construction, which makes the structural construction more difficult and safe.

Keywords

mine geology; civil construction; high formwork; equipment protection

矿山工业建筑土建施工技术浅析

王启

中国铁路广州局集团公司长沙工程建设指挥部, 中国·湖南长沙 410007

摘要

与普通民用建筑相比较, 矿山工业建筑在各单体建筑相互位置关系和标高控制、结构抗震等方面要求更严; 矿山地质特点如砂砾土透水性好, 持力层力学性能不均匀且受施工扰动和水的影响强度急剧损失等对建筑基础选型影响较大; 建筑结构尺寸依据室内设备尺寸及生产和维修需求确定, 多为异形构件。结构构件砼浇筑模板安装、加固及竖向支撑体系多为高大支模, 且大型设备安装需要同结构施工穿插进行, 结构施工难度和安全压力非常大。

关键词

矿山地质; 土建施工; 高大支模; 设备保护

1 项目概况

湘乡采石场是广铁集团在中国湖南境内唯一仅存的一级花岗岩道砟生产基地, 对湖南省内新线开通、既有线路大中修及抗洪抢险十分重要。为响应国家关于建设绿色矿山的要求, 道砟石生产实现绿色环保、节能降耗和可持续性以及全产业链开发等目标, 对道砟石生产线进行扩建: 新建封闭式鄂破厂房和钢筋砼筒体结构缓冲料库, 二级破碎、冲击破碎及两级筛分集约式全封闭联合厂房; 新建集中控制室、筛土车间、选粉间、水洗车间等辅助生产厂房; 新置破碎、筛分、除尘抑尘、除铁除磁、起重等生产及维保设备; 新置道砟石一体化输送和生产自动控制系统; 道路、水沟、支护及绿化等其他方面进行改造利旧。本文就鄂破厂房、联合厂房和缓冲料库等主生产厂房,

对矿山地质工业建筑土建施工进行讨论。

2 建(构)筑物平面布局和标高控制

工业建筑需要根据产品生产工艺和技术要求, 确定整个建(构)筑物群的设置和平面布局, 工艺轴线优先于建筑轴线。土建施工必须首先熟悉生产工艺的布置安装, 明确整个项目的工艺流程和整体布局后, 方进行土建施工测量放线工作。施工测量需要进行两次以上复核, 并经监理复测、审核以确保障建筑轴线和工艺轴线闭合。同时, 建(构)筑物群布局要综合考虑既有场地地形条件和石料输送技术要求, 生产安全、节约运营成本和节能降耗要求。湘乡采石场生产线改建后, 鄂破厂房位置设置在场中地势相对较高且距离采矿区最近

的位置；联合厂房位置设置在地势平坦、开阔的中心位置；缓冲料库设置在两者中间适当的位置；其他辅助和控制生产厂房分别根据工艺需要设置在主生产厂房附近位置。按照道砟石生产工艺设计，采石场各个建（构）筑物之间的石料利用皮带廊进行输送。为满足石料输送安全、流畅、节能等要求，必须严格控制皮带机与各个建（构）筑物的结合部（土建基础预埋件和室内固定设备或非标件）尺寸、标高，保证皮带机安装的坡度和角度^[1]。

3 基础工程施工

3.1 工程地质和水文条件

本项目施工场地原始地貌单元属丘陵岗地，地形有一定起伏，地基持力层主要为残积土、全风化和强风化花岗岩，透水性好。残积土、全风化花岗岩主要为砂砾土，呈土状或土夹块状，受振动易崩解，水理性差，浸水后易软化，强度急剧降低，稳固性差；强风化花岗岩岩体破碎，主要呈块状、短柱状，风化不均匀，局部含泥量大且软硬不一，力学性能不均匀。地下水类型主要为上层滞水和基岩裂隙水，稳定地下水位埋深为 2.30 ~ 3.20 米，水位较高，对钢筋砼具有微腐蚀性^[2]。

3.2 基础选型和施工方案确定

鄂破厂房和缓冲料库持力层，均出现局部为全风化岩层，局部为强风化岩层，均采用平板式筏形基础。根据现场地质条件，基坑开挖采用机械开挖，按照 1:1 放坡，地质较差的地方进行锚喷，基坑顶部四周设置截水沟^[3]。从地下水位标高开始，基坑边坡四周设置轻型井点降水，井底标高低于设计基底标高 2 米。

联合厂房及室内设备基础区域持力层主要为残积土层或全风化花岗岩层，地下水水位较高且基础施工期间雨水丰沛，采用 PHC 管桩 + 承台基础。管桩施工，通过现场试桩了解桩的成孔情况，判断桩长和最终贯入度，施工质量采用桩长加贯入度双控。根据现场地质条件，采用柴油锤打桩机进行锤击沉桩、焊接接桩法进行接桩、专用截桩机截桩，桩底及桩顶分别用 C30 钢筋混凝土填灌桩孔。设计桩顶标高低于施工操作面时进行送桩，送桩深度不超过 2.1 米。

4 结构工程施工

4.1 结构抗震和预埋件设置

主生产厂房内均布置有较多大型破碎和筛分设备，土建

工程和设备基础有抗震要求，墙体构造柱和圈梁的埋设以及震动设备基础的混凝土施工十分重要。钢筋砼梁内纵向受力筋搭接和锚固长度严格按照抗震等级要求施做，梁内箍筋采用封闭形式，且弯钩角度为 135 度；钢筋砼柱采用复合箍，除拉结筋外均为封闭形式，且弯钩角度为 135 度；柱与现浇过梁、圈梁连接处，在柱内预留插铁，插铁伸出柱外长度为柱内锚固长度的 1.2 倍。砌体填充墙沿高度方向每隔 500mm 设置拉结筋两道，高度大于 4m 时设置钢筋砼圈梁；沿长度方向在大于 2 倍层高出设置钢筋砼结构柱，构造柱与楼地面连接处在楼地面砼浇筑时预留插筋。设备安装和固定需要大量的预埋铁件和高强螺栓等，预埋件设置和砼浇筑前，参建各方必须将厂家提供的设备装配图、安装条件图与设计方提供的土建图、设备安装图、电气图进行核对。预埋件设置位置按设计要求精准定位，将预埋件与基础架立筋进行焊接固定确保基础砼浇筑过程中不会发生偏移^[4]。

4.2 结构砼施工模板工程及支撑体系

联合厂房采用门式刚架轻钢结构 + 彩钢屋盖，结构形式和施工相对简单，本文不做论述。缓冲料库采用钢筋砼筒体结构，鄂破厂房采用钢筋砼框架结构，都是非常典型的工业厂房结构形式，结构构件尺寸如图 1、2 所示。

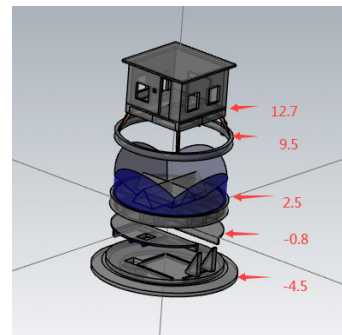


图 1 缓冲料库结构构件图

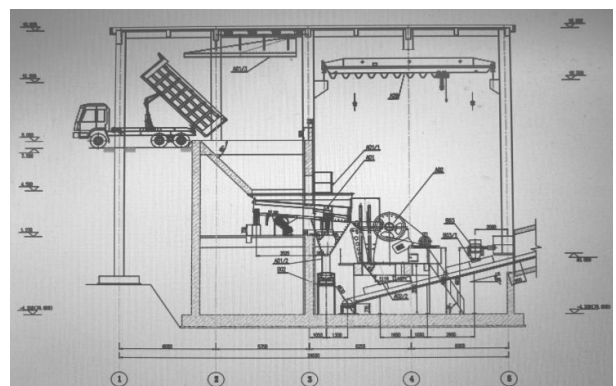


图 2 鄂破厂房结构与大型设备安装图

如图1所示,缓冲料库-4.5m标高至9.5m标高层为筒体结构,9.5m标高至12.7m标高层为圆变方不规则结构体,12.7m及以上结构层为普通房屋结构层,各结构层层高及内部梁高、板厚尺寸均不同,多数梁板砼模板工程和支撑体系属于“具备一定规模的危大工程”,尤其是9.5m标高至12.7m标高层圈梁和钢筋砼筒体施工,高大支模和异形构件模板制安同时存在。现场施工如图3、4所示,一是调整构件施工顺序,首先进行12.7m标高层标准尺寸圈梁精准定位、钢筋绑扎和底模安装,再进行圆变方不规则结构体内侧模板安装和调整、按设计间距进行钢筋绑扎并与9.5m标高钢筋砼筒体及12.7m标高层圈梁钢筋进行连接,最后完成全部模板安装、加固、检验和砼浇筑;二是挑选施工经验丰富技术工人对不规则结构体内侧模板的竖向支架、横向加固支架和木方进行精准微调。



图3 内侧模板支架和木方调整

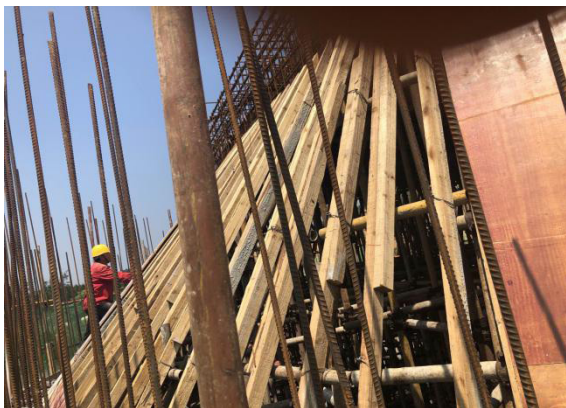


图4 调整构件施工工艺顺序

如图2所示,鄂破厂房-0.7m至4.5m标高层结构范围内需要安装大量生产设备,尤其是-0.7m标高层需要吊装重达50吨颚式破碎机,设备吊装必须优先于结构构件施工,并要在-0.7m标高层以上结构施工中做好设备保护;③轴至⑤

轴范围内15.9m标高屋面梁板底模支撑体系高度为20.1米、屋面框架梁最高800mm、最大施工总荷载 60KN/m^2 ,②轴至③轴范围内4.5m标高至8.0m标高层卸料斗东侧、西侧和北侧三面斜板厚度400mm,南侧结构梁高2.5m,砼施工的模板工程和支撑体系均属于“具备一定规模的危大工程”,模板及支撑体系为高大支模(如图5所示)。

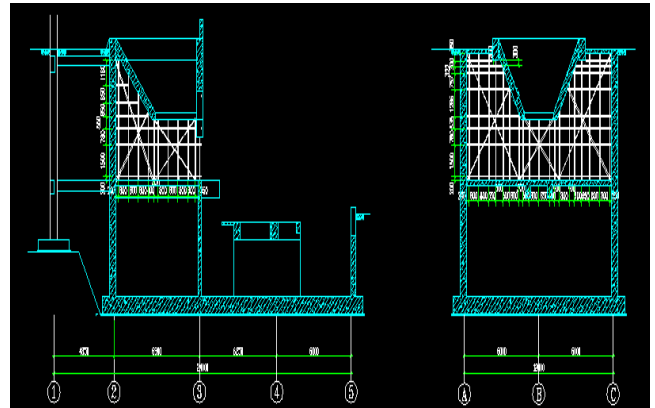


图5 卸料斗东侧、西侧和北侧三面斜板高大支模立面图

依据结构构件的截面尺寸和跨度、支模架高度、水平横向纵向间距、竖向步距等基本参数,模板、主楞、次楞及支撑体系材料力学性能参数以及结构构件重量和施工荷载、震动和冲击动力系数等荷载参数,采用图6、7所示支撑体系搭设简图,按照简支跨筒力模型进行高支模面板、主楞、次楞、立杆、两端支座扣件和可调顶托的强度、抗剪、挠度、抗滑移和稳定性等安全性验算。本工程所有高大支模施工,均采用碗扣式钢管脚手架搭设支撑体系,辅以一定数量的扣件钢管架用作剪刀撑、连接加强件以及不方便布置的边缘位置处支撑。支模架纵横杆、内外立杆等均选用 $\Phi 48 \times 2.8\text{mm}$ 钢管,模板采用18厚木模,背楞方木尺寸为 $90\text{mm} \times 40\text{mm}$ 。

(1)板(取缓冲料库2.5标高层结构板,最大板厚500mm)高支模施工支撑体系搭设如图6所示。支模架横向、纵向间距为0.6m,步距1.5m,顶部螺杆伸出钢管顶部不大于250mm。支模架距底层楼面200mm高设一道扫地杆,四周、中间纵横间距每4m设置连续的垂直剪刀撑;扫地层、中间层、最上层设置连续的水平剪刀撑,剪刀撑的跨度控制在4步6跨范围内,剪刀撑斜杆与楼层面夹角为 $45^\circ \sim 60^\circ$;立杆处于预留洞口,采用160mm工字钢跨洞口支撑,钢管立于工字钢上。鄂破厂房4.5m标高至8.0m标高层卸料斗斜板高支模,增设侧面斜向支撑顶住与板相连的上口模板;斜口底增设2根立杆横向间距800mm设置一道。

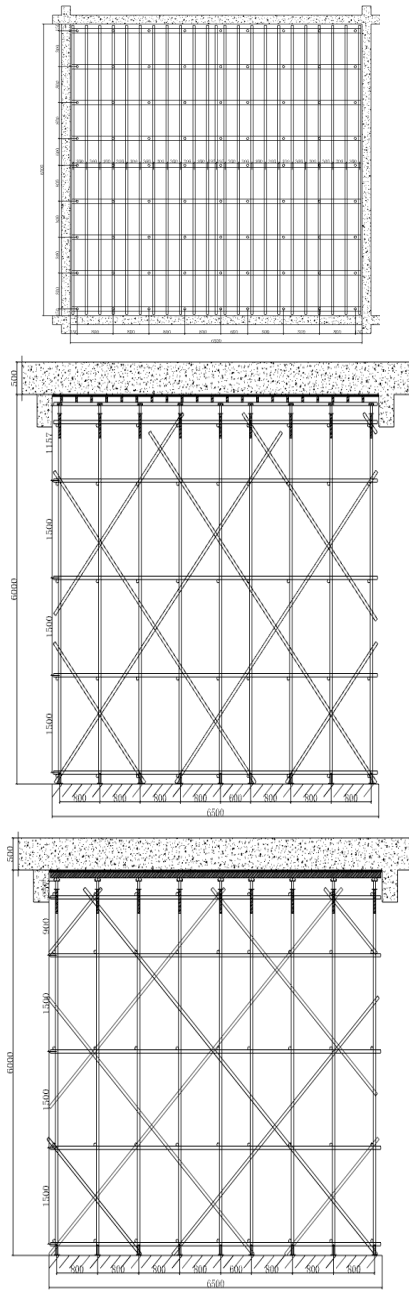


图6 板高支模支撑体系简图(平面、纵向和横向剖面)

(2) 梁(取鄂破厂房②轴至③轴范围内8.0m标高层框架梁,梁高2500mm、宽500mm)高支模施工支撑体系搭设如图7所示。支模架立杆沿梁跨度方向立杆间距为0.6m,步距1.5m;梁底模主楞采用40mm*90mm方木间距150mm均匀布置,共设置3条;梁侧模主楞采用40mm*90mm方木间距200mm布置,次楞采用 $\Phi 48 \times 2.8$ mm双钢管,并设置 $\Phi 12$ 对拉螺杆支撑间距400mm一道。梁侧面斜向支撑按水平间距500mm布置,顶住与板相连的上口模板;梁底增设两排立杆,以增强竖向承载力,小于或等于1500mm高梁底增设一根立杆。

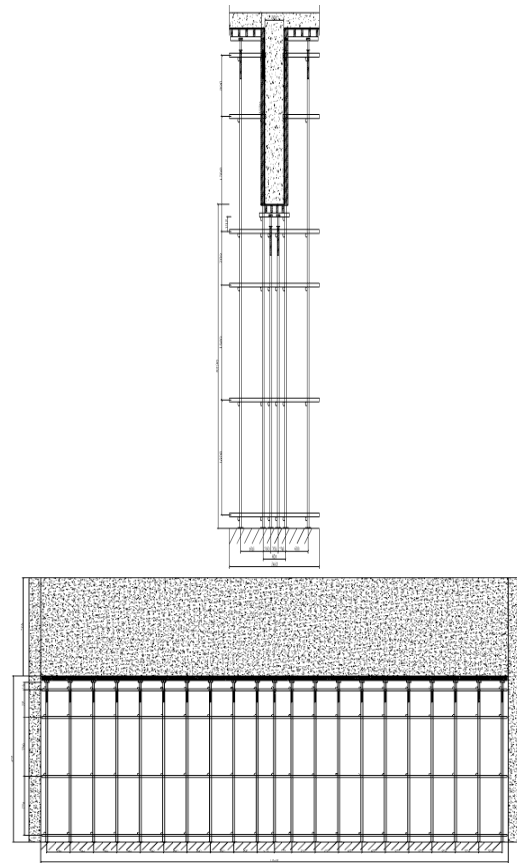


图7 板高支模支撑体系简图(横向剖面、纵向剖面)

(3) 鄂破厂房③轴至⑤轴范围内15.9m标高屋面梁板高支模施工与-0.7m标高层颚式破碎机吊装穿插进行,需要对设备进行保护。破碎机外形尺寸为3.9*2.9*3.6m,沿2.9m跨度方向采用160工字钢水平横铺间距0.6m布置,工字钢与设备两侧支模架立杆焊接固定,上层支模架立杆立于工字钢上并进行焊接固定;在上层支模架立杆间隙满铺方木并采用扎丝跟工字钢连接固定,从而保护设备安全。

板高支模架高度超过5m时,应在其周围有结构构件的部位,按水平间距6~9m、竖向间距2~3m与建筑结构设置一个固节点;梁高支模架纵向水平杆两端采用钢管与已浇筑的钢筋混凝土构件进行抱箍;横向水平杆可伸进次梁、板底支撑立杆并与其水平拉杆扣接,确保支模架整体性和稳定性。每隔10~15m间距布设1个监测剖面,每个监测剖面布置2个支架水平位移和变形监测点、3个支架沉降观测点。浇筑过程中进行实时监测,监测频率25min一次,直至混凝土达到设计强度的85%以上^[5]。

5 防水工程

工业厂房装饰装修工程标准和要求较低,但是为满足设

备运行环境要求,屋面、墙面和地下室防水要求较高。屋面防水等级为二级防水,按照倒置式屋面做法进行二道设防,即为先施做两道防水卷材或防水涂料,然后在防水层上实施保温隔热层;防水材料四周均卷至屋面泛水高度,屋面竖井和女儿墙阴阳转角处增设一道防水。外墙门窗洞口及设备构配件孔洞设置7mm厚聚合物水泥砂浆防水层,防水层与门窗和构配件之间满嵌密封材料;外墙变形缝处进行防水处理;首层外墙无地梁和室内外地面存在高差时设置防潮层。地下室防水等级为一级防水,采用抗渗砼自防水+防水卷材或防水涂料,并优先选择将防水层设置在迎水面;防水设置高度要高出室外地坪500mm以上,附加防水层外设置水泥砂浆保护层。

6 结语

与普通民用建筑相比较,矿山工业建筑群内各单体建筑

在相互位置关系和标高控制、结构抗震等方面要求更严;矿山地质特点如砂砾土透水性好,持力层力学性能不均匀且受施工扰动和水的影响强度急剧损失等对建筑基础选型影响较大;建筑结构尺寸依据室内设备尺寸及生产和维修需求确定,多为异形构件,结构构件砼浇筑模板安装、加固及竖向支撑体系多为高大支模,且大型设备安装需要同结构结构施工穿插进行,结构施工难度和安全压力更大。

参考文献

- [1] TB10011-2012. 铁路房屋建筑设计标准 [S].2012.
- [2] GB50300-2013. 建筑工程施工质量验收统一标准 [S].2013.
- [3] GB50010-2012. 混凝土结构设计规范 [S].2012.
- [4] 建办质[2018]31号. 危险性较大的分部分项工程安全管理规定 [S].2018.
- [5] GB50108-2008. 地下工程防水技术规范 [S].2018.