

## 脚手架和钢桁架组合模具在大断面洞室中的应用

朱爱山 周慧鹏

浙江省隧道工程集团有限公司, 浙江 杭州 310013

[摘要] 地下大断面洞室模板多为危险性较大工程, 浇筑混凝土时一旦发生模架跨塌, 将会造成重大伤亡事故。笔者介绍了大断面洞室的模架模板的选用, 并为节省材料用量, 通过工期、组织方式, 多次优化, 取得最佳模板用量投入。也对施工工序各个环节特别要注意的事项作了较为详细的描述。

[关键词] 大断面洞室; 钢桁架模架; 模板计划; 洞室立模

DOI: 10.33142/ec.v3i2.1473

中图分类号: TV53

文献标识码: A

### Application of Combined Mould of Scaffold and Steel Truss in Large Section Cavern

ZHU Aishan, ZHOU Huipeng

Zhejiang Tunnel Engineering Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310013, China

**Abstract:** Most of underground large section cavern formwork is a dangerous project. It will cause serious casualties, once the formwork collapse occurs while pouring concrete. The author introduces selection of formwork for large section cavern, and in order to save material consumption, through time limit, organization mode and many times of optimization, the best formwork consumption is obtained. It also gives a detailed description of the matters that should be paid special attention to each link of construction process.

**Keywords:** large section cavern; steel truss formwork; formwork plan; cavern formwork erection

#### 概述

人防指挥大厅, 地下机房等洞室多为一个工程的核心, 其显著特点是超大断面, 洞长短, 进出通道小, 有“丁”或“十”交叉。特别是“十”字交叉处模架受力极复杂, 模架稳定性直接决定工程的成败。

通常这些洞室被复有三种支模方式: 钢模台车, 或脚手架, 或脚手架和钢桁架组合模具。因台车需在洞内组装, 安拆受空间限制, 以及端墙侧压力影响, 据了解仅南京一工地采用。脚手架式为洞室传统支模方式, 其质量受人为影响较多, 易出安全事故。经技术经济比较, 脚手架和钢桁架组合模具在三种方案种最优, 故此方案在公司多个人防项目成功应用后, 交流至其它公司项目应用。本文以浙江某人防工程大厅模架施工为例, 介绍洞室模架的设计和施工。

#### 1 地下大断面洞室主要技术难点

1.1 为超大断面洞室, 被复厚度多为 600~1000 mm, 个别还有局部超挖, 再加泵送混凝土推送施工工艺, 模架受力大, 受力状态复杂。

1.2 空间所限, 吊运设备无法采用, 其模架重量还需考虑人工搬运能力。

1.3 洞室端墙混凝土侧向力很大。

1.4 模板数量极大, 需组合不同断面、不同规格模板。

#### 2 脚手架和钢桁架组合模具设计与计划

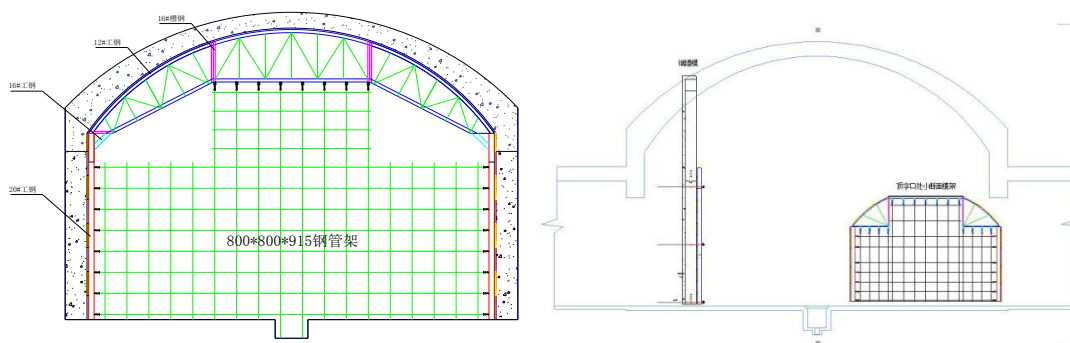


图 1 洞室脚手架和钢桁架组合模具图

脚手架和钢桁架组合模具主要由扣件式钢管脚手架、定型桁架、工字钢支腿，定型模板、螺杆千斤顶顶托、100×100 方形松木条、斜拉钢索、上下工作梯装置等多部分组成。洞室脚手架和钢桁架组合模具见图 1。

各种材料用量计划如下表 1。材料表为材料部门的采购、订货和进料提供依据，防止材料的积压，同时可有效防止施工人员的浪费和损坏。

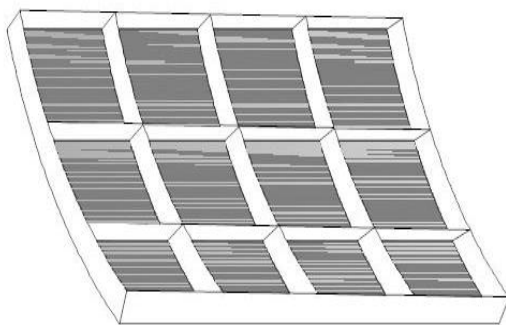
表 1 指挥大厅一模材料用量

序号	材料	型号	单根长 M	数量	总厂 M	位置	重量
1	钢管	? 48*3.5	15	11*11=121	1815	起拱线以下，横向水平	6970
			11.6 (均)	5*11=55	638	起拱线以下，横向水平	2450
			6	23*11=253	1518	起拱线以下，纵向水平	5830
			6	79	474	起拱线以下，纵向水平	1820
			8.2 (均)	23*11=253	2075	立杆	7968
	小计						25038
2	钢管	? 48*3.5	6	21*2=42	252	侧墙木模板加强肋条	968
3	工字钢	14	6	11*2=22	132	侧墙木模板立杆撑	2231
4	简易拱架		6	3*11=33	198	拱部	4026
5	钢模板	12*0.6		30*5=150		拱部	4500
6	螺杆支撑	L=70		11*2*11=242		侧墙水平支撑	
7	槽钢	8	15.5	11	170.5	脚手架立杆铺底	1371
8	木模板	1.8mm		72 平方			
9	合计						38134

注：未统计材料：剪刀撑及斜撑钢管、钢管扣件、模板扣件、封头版

### 2.1 模板的计划方法

本工程墙全部使用钢木组合模板，组合模板如图 2 所示，基本尺寸为 1830mm×915mm，其他配套尺寸有 1830mm×500mm，1830mm×400mm，1830mm×300mm，1830mm×200mm，1830mm×150mm。板面厚度为 12mm 的桥面模板，纵横肋均用 50×50×3 角钢焊接。模板纵向水平放置，模板之间皆由螺栓联接。模板上开有呈品字型排列的工作窗，顶部安装有与混凝土泵接口的注浆装置。本模板可更换板面，正常情况下板面可用 15 至 20 次；角铁框用 3 至 4 个项目。



a 拱部定型钢模



b 侧墙自制模板

图 2 钢木组合模板

大断面拱顶可采用平面钢模板，模板基本尺寸为 915mm×60mm，其他配套尺寸有 915mm×500mm，915mm×400mm，915mm×300mm，915mm×200mm，915mm×150mm。钢模委托工厂加工，要求筋板为 50×5 钢板，面板为 4mm 钢板。起拱位置因需要与墙模板想连，侧边筋板需加工成水平，喷不同颜色防锈漆用于区分。采用此组合模板浇筑隧道混凝土效果如下图 3。



图 3 组合模板混凝土被复效果图

## 2.2 根据进度做优化模板用量

2.2.1 模板用量计算原则：在结构平面图中画出有钢筋和无钢筋分界线，包括墙拱地坪；在交岔口、转折点、水库分模，即模板模架用量最大处，也是结构要求整体浇筑位置；根据最大模板量，在正常位置分模。根据分模和断面计算各部位模板用量。详见表 2。

表 2 各断面最大模板用量表

序号	典型断面	模板要求	最大单模用量（块）	实际计划量
1	A 大厅	平模、拱部 915×600	453	460 块/252.54m <sup>2</sup>
2	A 大厅	平模、端墙 915×600	317	330 块/181.17m <sup>2</sup>
3	B 穿廊 1	弧面模、拱部 915×600, R=1375	124	130 块/71.37m <sup>2</sup>
4	C 穿廊 2	弧面模、拱部 915×600, R=1030	105	110 块/60.39m <sup>2</sup>
5	D 进风通道	弧面模、拱部 915×600, R=780	24	30 块/16.47m <sup>2</sup>
6	E 风机房	弧面模、拱部 915×600, R=1280	30	30 块/31.6m <sup>2</sup>
7	F 水库	弧面模、拱部 915×600, R=3222	230	240 块/131.76m <sup>2</sup>
8	G 电站	弧面模、拱部 915×600, R=4405	263	270 块/148.32m <sup>2</sup>
9				1600 块/893.62m <sup>2</sup>

2.2.2 必须依据施工组织及进度要求计划，本工程组织计划详见表 3。

表 3 各施工断面施工组织表

序号	施工班组	施工位置	模数/段长	天/模	工作面数	用时（天）
1	立模板 1	A G F	36/250	7	3	252
2	立模板 2	主体、台车模	59/438	2	1	118
3	立模板 3	B C D E	50/332.5	2	4	100
4	立模板 4	水沟	53/952	1	N	

2.2.3 根据进度计划和人员组织计算模板最终优化用量见下表 4。

表 4 模板加工量表

序号	模板类型	尺寸	计划需求量
1	平面模板	915×600	420 块/230.58m <sup>2</sup>
2	平面模板	915×500	50 块/22.875m <sup>2</sup>
3	平面模板	915×400	30 块/10.98m <sup>2</sup>
4	平面模板	915×300	50 块/13.725m <sup>2</sup>
5	平面模板	915×200	60 块/10.98m <sup>2</sup>
6	平面模板	915×150	60 块/8.235m <sup>2</sup>
7	平面模板	915×100	100 块/9.15m <sup>2</sup>
8	弧形模板	915×600, R=4405	270 块/148.32m <sup>2</sup>
9	弧形模板	915×600, R=1030	110 块/60.39m <sup>2</sup>
			1150 块/515.235m <sup>2</sup>

### 3 模板模架的施工

#### 3.1 钢桁架加工

钢桁架分五部分，两侧墙工字钢支腿（即侧墙模板拼缝立柱）和拱部钢桁架（考虑到空间和人工搬运分三部分）。支腿上部焊接连接法兰，中间依靠脚手架水平杆螺杆千斤顶支撑稳定。拱部钢桁架焊接，每段之间采用槽钢法兰连接，详见图 4。



a 定位模具上加工



b 侧边桁架



c 中部桁架

图 4 钢桁架加工图

#### 3.2 测量放样

在已浇好垫层的混凝土底板放样。放样流程：混凝土被复平面轮廓线→每块模板沿长度方向拼缝线→脚手架立杆十字线。注意水平杆中心线应于模板拼缝线稳合，其误差不大于 5 mm，每模累积误差不大于 15 mm。

#### 3.3 脚手架搭设

必面严格按照测量放样位置搭设，保持立杆的垂直。其搭设质量满足规范要求，并经验收合格。如偏差过大，水平撑杆端部螺杆千斤顶将顶不到支腿处。本支撑脚手架不需预压。

### 3.4 钢桁架模板安装

安装水平杆顶托→安装支腿工字钢→调整固定支腿→吊运拱部桁架到衬砌位置→安装脚手架立杆顶托→安放方木条→固定中间跨桁架→固定左右边跨桁架→按顺序完成九榀钢桁架的拼装→按规范要求布置纵向支撑→安装模板。

### 3.5 洞室浇筑顺序

大洞室需多模采能浇筑完成，为平衡端墙混凝土侧压力，第一模应从中间浇筑，再浇筑紧临的端墙模，最后再浇十字或丁字口用模板量大处。一是混凝土对称浇筑，模架受力明确；二是模具材料用量少，便于工人熟悉环境，从易到难进行。

### 3.6 混凝土施工要求

按照设计采用 C40（有些项目采 C35）防水纤维钢筋混凝土，防水等级为 P8，坍落度墙为 140mm，拱部为 160mm，采用商品混凝土，项目部派员工加纤维。选用一台 HBT60.16.112RS 型号混凝土泵，为保证两侧均匀下料，对称上升，高差不超过 50cm。混凝土对接入仓口首模为顶部正中间，其它模位置在靠近已浇好混凝土侧第二块模板处。

### 结束语

大断面洞室的混凝土被复是土建施工的关键，而大型钢桁架组合模板是实现目标的核心，每个项目都有自己的特点和具体的要求，实施时要做详细的计划，完善设计方案，精心的组织施工。

### 【参考文献】

[1]王强华,楼如岳.超大型矩形盾构 ECL 工法钢模板支撑系统[J].现代隧道技术,2006(09):428-431.

[2]沈祖炎,陈扬骥.钢结构基本原理[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.

作者简介:朱爱山(1976.4-),男,浙江杭州,企业技术中心副主任,主要从事隧道工程施工。周慧鹏(1989.10-),女,浙江杭州,项目经理,主要从事隧道工程施工。