

Discussion on the Construction Technology of Steel Mold for Electromechanical Reserved Caverns of Highway Tunnels

Jinchun Liu

No. 2 Engineering Corporation Limited of CR20G, Beijing, 100142, China

Abstract

Ventilation, lighting, fire protection, power supply and distribution and monitoring systems are designed during the operation of China's expressway tunnels. These systems require a large number of reserved caverns during tunnel lining construction. The project combines the engineering features in the lining construction of the Sanyi Tunnel and the Lianhu Tunnel of the Shiqian Expressway in China, and the two-lined trolley manufacturers jointly developed an electromechanical reserved cavity steel mold that can be integrated with the two-liner trolley, and has achieved good results in the construction process.

Keywords

electromechanical reserved pre-buried caverns; integrated electromechanical reserved cavern steel mold; construction technology

浅谈公路隧道机电预留洞室钢模施工技术

刘金春

中铁二十局集团第二工程有限公司, 中国·北京 100142

摘要

中国高速公路隧道运营过程中设计有通风、照明、消防、供配电及监控系统, 这些系统后期安装需要在隧道衬砌施工过程中预留种类繁多的预留洞室。本项目在中国石黔高速公路三义隧道与连湖隧道衬砌施工中结合工程特点与二衬台车厂家共同研制加工出可与二衬台车一体化结合的机电预留洞室钢模, 并且在施工过程中取得了较好的效果。

关键词

机电预留预埋洞室; 一体化机电预留洞室钢模; 施工技术

1 目前公路隧道机电预留洞室施工现状分析

中国高速公路隧道运营过程中设计有通风、照明、消防、供配电及监控系统, 这些系统后期安装需要在隧道衬砌施工过程中预留种类繁多的预留洞室。在隧道施工过程中因预留洞室尺寸及位置不统一, 传统施工方式使用木板现场加工模板, 用钢筋辅助固定, 存在易变形、跑模、浪费辅材及循环次数少等缺点。为克服此类缺陷, 本项目在中国石黔高速公路三义隧道与连湖隧道衬砌施工中结合工程特点研制加工出可与二衬台车一体化结合的机电预留洞室钢模, 并且在施工过程中取得了较好的效果。

2 机电预留洞室钢模施工技术

本项目隧道设计预留洞室种类多、数量多、尺寸及位置不统一, 且三义隧道与连湖隧道衬砌设计多为素混凝土, 对预留洞室模板固定较为困难。使用传统木模存在易变形、跑模、浪费辅材及循环次数少等缺点, 难以控制预留洞室施工质量。针对这些问题结合项目特点, 本项目研制了一套可以与衬砌台车结合的预留洞室钢模进行施工。

2.1 模板设计加工

本项目隧道内预留洞室包括风机控制箱预留洞室、消防洞室、照明配电箱预留洞室、车行横通道预留洞室、区域控

制器预留洞室、光端机设备箱预留洞室、紧急电话机箱预留洞室、UPS 配电箱预留洞室、火灾报警按钮预留孔、声光报警器预留孔、火灾报警综合盘预留洞室等（详见表 1）。

表 1 隧道预留洞室数量表

序号	预埋件项目	三义隧道			连湖隧道			合计	备注
		左洞	右洞	小计	左洞	右洞	小计		
1	加强照明配电箱预留及电缆预埋管	4	1	5	0	0	0	5	
2	风机控制箱预留及电缆预埋管	3	4	7	8	7	15	22	
3	消防栓箱洞室	27	27	54	63	58	121	175	
4	车行横通道控制箱预留洞室及预埋管	1		1	4		4	5	
5	火灾报警综合盘预留洞室及预埋管	27	27	54	63	58	121	175	
6	定焦摄像机设备箱预留洞室及预埋管	10	9	19	21	22	43	62	
7	球型摄像机设备箱预留洞室及预埋管	5	5	10	13	13	26	36	
8	UPS 配电箱预留洞室及预埋管	6	6	12	16	16	32	44	
9	区域控制器设备箱预留洞室及预埋管	2	2	4	5	5	10	14	
10	紧急电话机箱预留洞室及预埋管	10	9	19	24	24	48	67	
合计				185			420	605	

各类预留洞室里程与高程都不统一，二衬台车长度为 12m，施工过程中不可能因预留洞室对二衬台车施工排版与搭接进行频繁调整。为保证施工过程中洞室尺寸、位置及高程需要满足设计需要满足施工要求，模板设计从以下几方面入手：

2.1.1 模板高程控制

在 CAD 中展出所有种类预留洞室，洞室高程方向有共同重叠区域，选取重叠区域上下两边作为模板高程控制线，高程控制线与洞室模板的交叉区域向外设置 $\phi 20\text{mm}$ 螺栓用于定位模板（如图 1）。

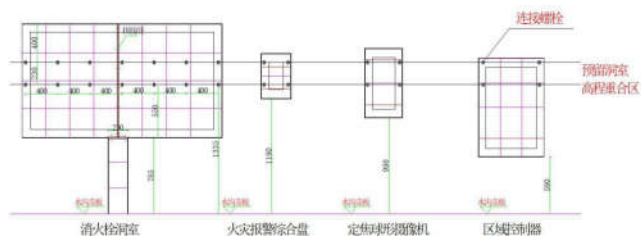


图 1 预留洞室模板固定螺栓示意图

2.1.2 模板里程控制

为满足所有预埋件位置及里程，在二衬台车面板与预留洞室模板高程控制线重合区域进行模数化开孔，孔径 $\phi 24\text{mm}$ ，具体模数按照预留洞室间距要求及规范位置允许偏差设置，同时注意保证钢模自身螺孔间距与台车面板开孔适配（如图 2）。

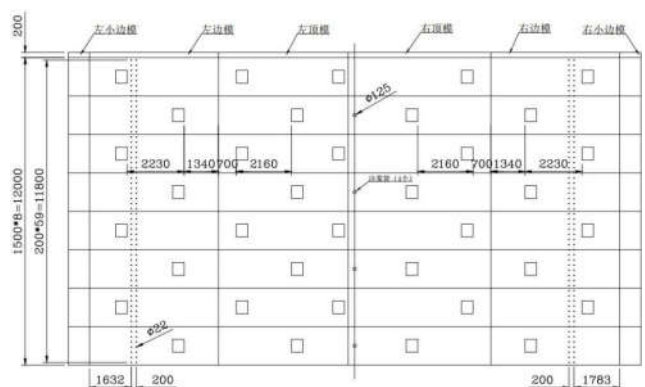


图 2 二衬台车面板模数开孔示意图

2.1.3 模板与二衬台车结合

在二衬台车开孔处背面焊接螺母，螺母内径 $\phi 24\text{mm}$ ，在模板内侧安装堵口螺栓将丝口拧至与面板平齐。预留洞室模板固定时拆开台车面板上需要的螺孔，将预留洞室钢模螺栓伸入台车预留孔洞，在内侧使用螺栓固定（如图 3）。

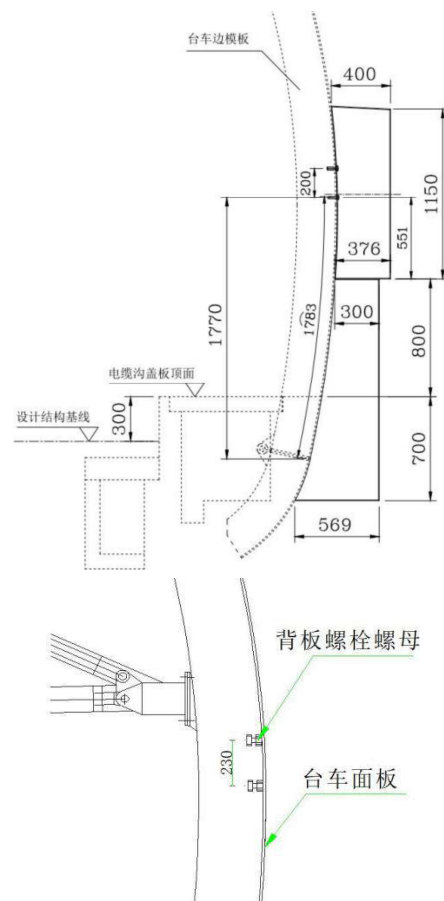


图 3 预留洞室钢模与台车结合示意图

2.1.4 预留洞室模板结构尺寸控制

预留洞室钢模考虑预埋钢管安拆及模板拆除，整体模板采用分段结构设计，使用螺栓连接。拆除时可先拆除中间部位，

后拆除两端；模板结构采用倒梯形设计，模板外口比底部结构扩大 3~5cm，方便拆除模板（如图 4）。

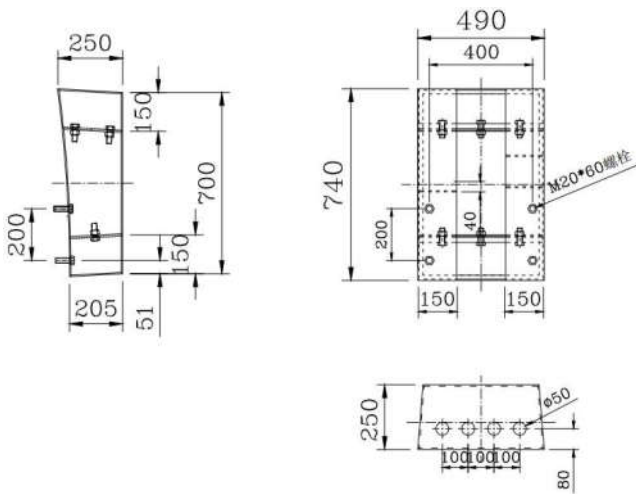


图 4 倒梯形预埋件钢模设计示意图

2.2 钢模板施工过程

隧道机电预留洞室采用与二衬台车一体化钢模板后，具体施工步骤如下：

(1) 对二次衬砌预留洞室的种类及里程进行交底，选取相应的钢模待用；

(2) 将二衬台车行走至工作面上根据交底里程取出所需孔位的堵孔螺栓；

(3) 将钢模固定螺栓插入台车面板的模孔中，在面板另一侧上紧固螺栓，将预留洞室模板固定；

(4) 按二衬台车正常施工步骤进行台车定位、关模、浇筑混凝土；

(5) 二衬拆模时先松开预留洞室钢模的紧固螺栓，二衬台车脱模行走至下一工作面。

(6) 安排专人进行脱模。

隧道机电预留洞室使用钢模后因高程及尺寸已经固定，施工时仅需根据预留洞室的里程及种类选取相应的模板使用台车面板的模孔进行固定即可，极大地简化了施工步骤。

2.3 施工工艺进一步优化

本项目在预留洞室采用一体化钢模施工，过程中进一步优化了施工工艺，具体经验如下：

(1) 虽然钢模采用倒梯型结构，但在实际施工过程中拆除仍然较为费力，需要使用千斤顶配合方能拆除，但易造成模板变形损坏。为此，在钢模固定后，在模板周围粘贴一圈

薄泡沫板，浇筑后拆模较为容易。

(2) 预留洞室钢模固定螺栓在施工时易变形及碰弯导致下次使用无法精确定位至模孔中。为此将钢模原先的固定螺栓割除并在原位置开孔（孔径可适当放大），由长螺栓将预留洞室钢模与台车面板穿透固定，这样可以让钢模更具适应性。

(3) 遇到较大预留洞室，或连接螺栓偏位较大时可适当点焊辅助模板固定，实际施工中拆模时并未有影响。

3 机电预留洞室使用钢模板施工的优点

隧道机电预留洞室使用一体式钢模具有以下优点：

3.1 提高施工品质

机电预留洞室采用钢模施工能保证预留洞室在混凝土浇筑过程中不会出现变形、跑模、歪斜等质量通病，极大地提升了隧道衬砌质量，对后期机电设备安装极为有利。

3.2 加快施工效率

隧道机电预留洞室使用钢模后因高程及尺寸已经固定，施工时仅需根据预留洞室的里程及种类选取相应的模板使用台车面板的模孔进行固定即可，相比传统木模安装时要焊接定位钢筋，拆除完毕后木模仍需重新进行制作或修整，采用一体化钢模极大地简化了施工步骤加快了施工效率。

3.3 降低了施工成本

采用传统木模浇筑预留洞室时，模板固定要焊接大量的定位钢筋，拆除过程中木质构件易损坏，木模施工过程中需多次进行重做或修整。材料浪费较大，且预留洞室施工质量差，后期维修费用巨大。预留洞室采用钢模后模板固定不需要再使用定位钢筋进行定位，且钢模板耐用、易维修，即使长隧道也仅需投入一套模板即可。

4 机电预留洞室使用钢模板施工的缺点

隧道机电预留洞室使用一体式钢模虽然有着以上种种的优点，但是其缺点也有很多，比如模板较笨重，安装及拆除有困难等缺点。

4.1 模板笨重，安装不易

隧道预留洞室大小不一，最大的消防栓洞室尺寸达到 2.5m*1.2m，钢制模板重量接近 700kg，安装时必须使用倒链进行安装。中大型预留洞室的模板安装较为不易，有条件可

以采用铝合金模板可大大减轻模板重量。

4.2 模板拆除困难

预埋件模板较大或埋入深度较深时不易拆出,需采用泡沫衬垫及千斤顶等设备帮助拆除,拆除过程中易导致模板变形损坏。

4.3 衬砌表面留有痕迹

二衬面板上开设的模孔虽有堵孔螺栓,但螺栓与面板仍有夹缝,衬砌混凝土表面易残留较浅的模孔印痕。

5 总结

总之,机电预留洞室钢模的应用解决了传统木模施工的

诸多弊端,对隧道衬砌施工中预留洞室施工质量控制达到更好的控制效果,同时也加快了施工速度、提升了经济效益。

参考文献

- [1] 重庆市交通规划勘察设计院.隧道运营通风、照明、消防、供配电及监控预留预埋分册.2017(02).
- [2] 成都明宇重工机械有限责任公司.中铁二十局二公司石黔高速连湖隧道进口12米台车设计图纸.2017(04).
- [3] 重庆新于洋重工机械有限责任公司.中铁二十局二公司石黔高速三义隧道出口12米台车设计图纸.2017(01).