

铁路工程混凝土拌和站设置研究

杨江乐

中铁第一勘察设计院集团有限公司工程经济设计院

摘要：混凝土拌和站是铁路工程建设中重要的大临工程，其设置合理与否对于工程工期和投资控制至关重要。本文从拌和站前期选址、组成和布局、机械设备和生产能力等方面进行阐述，然后通过理论计算和工程实例对于混凝土拌和站设置进行探讨，以期为混凝土拌和站的建设提供参考。

关键词：铁路工程；拌和站；工期；工程投资

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.060

一、引言

铁路建设工程是一项复杂的线性构造物，混凝土需求分散，单个混凝土拌和站供应辐射范围有限，每条铁路的开工建设都需要设置多处拌和站。合理的混凝土拌和站设置不仅可以使施工成本进一步降低，也可以加快施工进度，节省工程投资。

（一）混凝土拌和站的选址原则

- 1) 拌和站场地要选择地势平坦、拆迁量小，避开山体滑坡，洪水冲刷等区域。
- 2) 地质条件良好，地基处理工程量小，能满足拌和站机械设备对地基承载力的要求。
- 3) 交通便利，靠近既有道路，不需新建过多施工便道即可满足砂、石等原材料和成品混凝土便捷运输。
- 4) 选址尽量靠近工程施工地，减少混凝土运输距离，混凝土的供应半径应满足混凝土的初凝时间限制。
- 5) 注重环保，拌和站场地尽可能的避开环保区，减少对环境的影响。
- 6) 拌和站用电用水量大，拌和站选址临近宜有充足的水源和电力设施可供利用。

（二）混凝土拌和站的组成和布局

混凝土拌和站主要包括搅拌站、骨料存放区、试验区、办公区和生活区，车辆存放区以及锅炉房等。

1) 拌和站布局应结合现场地形地貌条件、地表坡度差、根据拌和站型号、所需存储的骨料数量、生产生活厂房面积、进行拌和站布局。

2) 在拌和站各功能区分布上，要做到工序衔接合理，满足流水线生产工艺流程，从而提高生产效率，尽量减少临时占地面积，各功能区特别是砂石料存放区宜

适当加大，留有富余。

3) 拌和站的布局要充分考虑给排水管路、供电线路，燃气管道等的合理布局。

4) 拌和站场内道路应该适当提高标准，以满足重载运输车的通行能力；同时需要按期洒水和养护，减少环境粉尘污染。

5) 变压器和储油罐等设施尽量远离生产生活办公区。

某铁路混凝土拌和站的基本平面布局图见下图1。

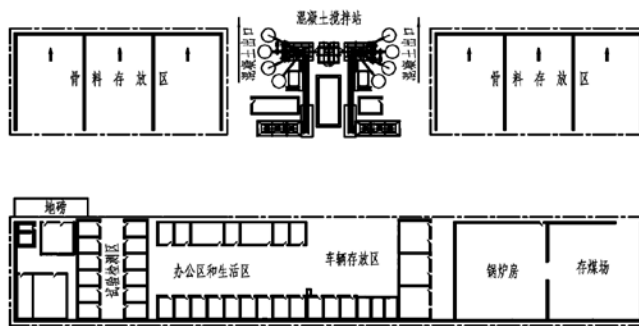


图1 某铁路混凝土拌和站基本平面布局图

（三）混凝土拌和站的机械设备

铁路工程中常见的2HZS120型混凝土拌和站。其配备的主要机械设备如下表1所示。

二、混凝土拌和站的生产能力

混凝土拌和站的生产能力，主要由配置的搅拌机生产率、数量、工作班数、生产不平衡度等因素确定。

单台混凝土搅拌机的生产率与搅拌机的进料容量、上料时间、搅拌时间、出料时间及出料系数有关。

搅拌机的生产率可按式（1）计算：

$$Q_z = \frac{3600V_1\psi_1}{t_1+t_2+t_3} \quad (1)$$

式中： Q_z ——根据搅拌周期确定的单台搅拌机生产率（ m^3/h ）；

V_1 ——进料容量（ m^3 ）；

t_1 ——上料时间（s）；

t_2 ——纯搅拌时间（s），取90~150s；

t_3 ——出料时间（s）；

ψ_1 ——出料系数。

混凝土拌和站每天的生产能力（ Q_z ）需要考虑日产

表1 2×HZS120站混凝土系统主要设备表

序号	设备名称	型号	单位	数量	单机功率 (kw)	总功率 (kw)	备注
1	拌和站	2HZS120-1Q2000	台	1	440	440	带粉料仓
2	空压机	SA-120W	台	1	120	120	
3	空压机	SA-60W	台	1	60	60	
4	外加剂复配罐	FP-10000	台	1	7.5	7.5	
5	外加剂母液罐	PL10000	台	2	2.2	4.4	
6	外加剂储液罐	PE10000	台	2	2.2	4.4	
7	塑化剂泵	25F-40A	台	5	4	20	
8	收尘器	DMC-36	台	8	1.5	12	
9	水泵	IS65-40-200	台	2	7.5	15	
10	废水回收设备	WST-800	台	1	95	95	

不平衡系数，按式（2）计算：

$$Q_d = a \times c \times t \times Q_n \quad (2)$$

式中：a——日生产能力不平衡系数，取0.5~0.8；

c——每日有效工作班数；

t——每班有效工作时间（h）；

Q_n ——拌和站理论生产率（ m^3/h ）。

混凝土拌和站年生产能力（ Q_y ）需要考虑年不平衡系数，按式（3）计算：

$$Q_y = K \times y \times Q_d \quad (3)$$

式中：K——年生产能力不平衡系数，取

0.65~0.75；

y——年有效工作天数，取306。

根据以上理论公式计算和既有铁路拌和站统计资料，铁路工程中常见的2HZS系列混凝土拌和站的生产能力见下表2。

三、铁路工程混凝土需求量分析

表2 混凝土拌和站生产能力参考表

序号	拌和站类型	搅拌机容量 (L)	日有效工作班数	日混凝土产量 Q_d (m^3/d)	年产混凝土量 Q_d (m^3/y)
1	2HZS50	1000	2	640	127296
2	2HZS60	1000	2	768	152755
3	2HZS75	1500	2	960	190944
4	2HZS90	1500	2	1152	229133
5	2HZS100	2000	2	1280	254592
6	2HZS120	2000	2	1536	305510
7	2HZS150	3000	2	1920	381888
8	2HZS180	3000	2	2304	458266
9	2HZS200	4000	2	2560	509184

铁路建设工程中对于混凝土的需求量随着各分部分项工程的施工进度有所不同，混凝土拌和站的生产能力必须能够同时满足供应范围内桥梁、隧道和路基等各项工程混凝土用量高峰期的需求。

（一）桥梁工程混凝土高峰期需求量

铁路桥梁工程所需的混凝土，主要用在桩基础、承台、墩身及现浇梁，可按公式（4）计算高峰期所需的混凝土量（ Q_{qmax} ）。

$$Q_{qmax} = Q_q \times L_q / P_q \quad (4)$$

式中： Q_q ——桥梁桩基础、承台、墩身及现浇梁每延米所需混凝土量（ m^3/m ）；

L_q ——桥梁长度（m）；

P_q ——桥梁工期（天）。

（二）隧道工程高峰期混凝土需求量

铁路隧道工程所需的混凝土，主要用在隧道衬砌工程中，可按公式（5）计算高峰期所需的混凝土量（ Q_{smax} ）。

$$Q_{smax} = Q_s \times P_s \quad (5)$$

式中： Q_s ——隧道工程每延米所需混凝土量（ m^3/m ）；

P_s ——隧道施工进度指标，可参考铁路工程施工组织设计规范取值（延长米/天）。

（三）路基工程高峰期混凝土需求量

铁路路基工程所需的混凝土，主要用在地基处理工程中，可按公式（6）计算高峰期所需的混凝土量

($Q_{i,max}$)。

$$Q_{i,max} = Q_i \times L_i / P_i \quad (6)$$

式中： Q_i ——路基地基处理工程每延米所需混凝土量 (m^3/m)；

L_i ——路基地基处理长度 (m)；

P_i ——路基地基处理长度工期 (天)。

四、铁路工程混凝土综合运输距离

根据混凝土拌合站设置方案，铁路工程全线的混凝土综合运距L可以按照公式(7)计算。

$$L = K(L_1Q_1 + L_2Q_2 + L_3Q_3 + \dots + L_nQ_n) / (Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n) \quad (7)$$

式中：K——地形系数，一般取1.1~1.3；

L_n ——第n个混凝土拌和站的混凝土平均运输距离 (km)；

Q_n ——第n个工程点的混凝土需求量。

五、工程实例分析

某在建350km/h客运专线全线需要混凝土约618万方，按照现行定额(国铁科法[2017]33号文)，混凝土运输(定额编号YY-48)单价为3.2元/km，全线混凝土少运输1km，投资可优化约2000万元，可见混凝土运输距离对工程投资影响颇大，因此混凝土拌和站的布设选址应进行技术经济比选，需要综合考虑混凝土运输费用、建站费用、拌制费用等因素以选择最经济方案。

该客运专线中某特大桥(DK0~DK35)下部及现浇梁工程混凝土合计需求量96万方，施工工期18个月。对于该桥设置两处2HXS120拌和站和设置4处2HXS60拌和站进行综合比较分析。

1) 混凝土运输费用比较

方案1：以每个拌和站生产能力120m³/h设置

每座搅拌站的年生产能力

$$Q_y = K \times y \times Q_z = 0.7 \times 306 \times 0.8 \times 2 \times 8 \times 120 = 329011m^3$$

该桥需要的拌和站数=96/32.9/(18/12)=1.95个，即需要设置2个混凝土拌和站，针对现场情况和供应范围，两处拌和站分别设置在线路里程DK9和DK27处，供应范围分别为DK0~DK18，DK18~DK35。假设全桥混凝土需求量均衡，则混凝土综合运距 $L = 1.1(4.5 \times 18 + 4.25 \times 17) / (18 + 17) = 4.8km$ ，取5km。

方案2：以每个拌和站生产能力60m³/h设置

每座搅拌站的年生产能力

$$Q_y = K \times y \times Q_z = 0.7 \times 306 \times 0.8 \times 2 \times 8 \times 60 = 164506m^3$$

该桥需要的拌和站数=96/16.45/(18/12)=3.89个，即需要设置4个混凝土拌和站

针对现场情况和供应范围，四处拌和站分别设置在线路里程DK5、DK14、DK23和DK31处，供应范围分别为DK0~DK9、DK9~DK18、DK18~DK27、DK27~DK35。假设全桥混凝土需求量均衡，则混凝土综合运距 $L = 1.1(2.25 \times 9 + 2.25 \times 9 + 2.25 \times 9 + 2 \times 8) / (9 + 9 + 9 + 8) = 2.4km$ ，取3km。

设置4个60m³/h拌和站比设置2个120m³/h拌和站节省混凝土运输费用 $96 \times 3.2 \times (5 - 3) = 614$ 万元。

2) 拌和站混凝土建站费用比较

方案一：拌和站建站费用 $180 \times 2 = 360$ 万元；

方案二：拌和站建站费用 $135 \times 4 = 540$ 万元。

3) 混凝土拌制费用比较

方案一：2HXS120拌和站拌制(定额编号YY-40)生产能力 $\leq 120m^3/h$ ，单价为23.1元/m³，混凝土拌制费用为 $23.1 \times 96 = 2218$ 万元。

方案二：2HXS60拌和站拌制(定额编号YY-38)生产能力 $\leq 60m^3/h$ ，单价为30.8元/m³，混凝土拌制费用为 $30.8 \times 96 = 2957$ 万元。

综合以上混凝土运输、建站和拌制三方面比较，方案一比方案二总费用减少305万元，平均每立方米减少3.2元。因此推荐选择方案一。

结束语

混凝土工程在铁路工程中投资占比很大，混凝土拌和站的设置合理与否直接影响工程投资，甚至控制关键工程的工期和质量。本文主要通过理论计算得出大型拌和站较小型拌和站更经济，而在实际工程建设中，需要综合考虑工程分布情况、实际地形地貌、征地拆迁和环保等多方面因素共同决策。

参考文献

- [1] 中国铁路总公司Q/CR9004-2018，铁路工程施工组织设计规范[S].
- [2] TZJ2000-2017，铁路工程基本定额[S].
- [3] 中国铁路总公司.Q/CR 9223-2015，铁路混凝土拌和站机械配置技术规程[S].
- [4] 胡发宗.设计阶段高标准铁路混凝土工程造价的确定与控制[J].铁路工程造价管理，2009(1).
- [5] 张立青.铁路混凝土拌和站建场技术探析[J].研究与设计，2012(05).
- [6] 马克丰.铁路建设混凝土拌和站布设方案探讨[J].铁路工程技术与经济，2018(3).