

文章编号: 1007-7596(2004)01-0025-02

导流洞喷射混凝土施工技术

何子峰¹, 孙士国², 王俊玮³(1. 黑龙江省水利冲填处, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 武警水电第九支队, 四川 成都;
3. 黑龙江省水利水电勘测设计研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要: 锚喷支护作为一种新型衬砌支护方式, 施工中首先应用于临时工程, 由于考虑到渗透及冲刷等水流问题, 现在已将其引用于永久工程。“喷锚”是喷混凝土衬砌和锚杆支护的统称, 两者可单独使用, 也可联合使用, 还可加护钢筋(铅丝)网。此种新型衬砌支护方式发展起来以后, 以其施工速度快, 应用灵活, 并能大大节省工程量的特点得以迅速推广应用。

关键词: 锚喷支护; 喷射材料; 配合比; 干式喷法; 标抗法

中图分类号: TV52 **文献标识码:** B

某水电站导流洞地质为凝灰岩, 裂隙较发育, 岩体较破碎。通过设计、监理、业主单位的现场踏勘, 并根据洞内各段地质资料, 确定进行锚喷支护。综合考虑到工地现场作业环境, 施工条件及机械设施配备等情况施工时: 从机具选择→材料控制→喷射作业→喷混凝土质量检查诸多方面分别进行了规划、实施、控制。

1 喷混凝土机具

喷射混凝土采用 TK-961 型混凝土喷射机。该机应用独特的转子-活塞送料机构成功解决了混凝土物料利用压缩空气实现稀薄流输送。

2 喷射材料

2.1 水泥

水泥选用标号不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥。

2.2 骨料

采用坚硬、致密、耐久, 细度模数较大的细骨料, 使用时含水率控制在 5%~7%, 粗骨料采用耐久的卵石或碎石, 最大粒径 15mm; 不使用含有活性二氧化硅、有机物、有害成分的骨料, 级配良好。

2.3 水

喷射混凝土用水干净、新鲜, 满足 JGJ63 要求。

2.4 外加剂

速凝剂: 使用速凝剂的主要目的是使喷射混凝土速凝快硬, 减少回弹损失, 防止喷射混凝土因重力作用引起脱落, 提高在潮湿环境中使用的适应性。速凝剂的选择符合下列条件。

初凝时间: 不大于 5min; 终凝时间: 不大于 10min; 8h 后强度不小于 0.3MPa。

3 混凝土配合比

混凝土配合比通过室内试验和现场试验选定, 拌合料符合如下要求:

- 3.1 必须向上喷射到设计的厚度;
- 3.2 4~8h 强度具有控制地层变形能力;
- 3.3 速凝剂用量满足可喷性和早期强度的要求下, 必须达到设计的 28d 强度;
- 3.4 有良好的耐久性;
- 3.5 回弹量少;
- 3.6 不发生管路堵塞。

施工初步控制参数:

水泥用量控制在 350~400kg/m³, 水泥用量过少, 回弹量就大, 初期强度增长缓慢; 水泥用量过多, 会提高单价, 喷射施工时粉尘增多, 恶化施工环境。

实际施工配比需经试喷后决定。

4 配料、拌合及运输

混凝土材料在拌合之前用电子秤称量, 称量允许偏差不大于设计及规范要求。

混凝土运输采用管路和车辆运输方式, 拌合料在运输、存放过程中严防雨淋、滴水及大块石等杂物混入, 装入喷射机前要筛。为防止水泥预水化的不利影响, 拌合料宜随搅随用。不掺速凝剂时, 存放时间不超过 1h, 掺加速凝剂时, 存放时间不超过 20min。

收稿日期: 2003-06-16

作者简介: 何子峰(1975-), 男, 黑龙江阿城人, 助理工程师; 孙士国(1975-), 男, 河南郑州人, 助理工程师; 王俊玮(1975-), 女, 吉林辽源人, 助理工程师。

5 喷射混凝土

5.1 喷射方式

采用干式喷射法。其工艺流程见图1

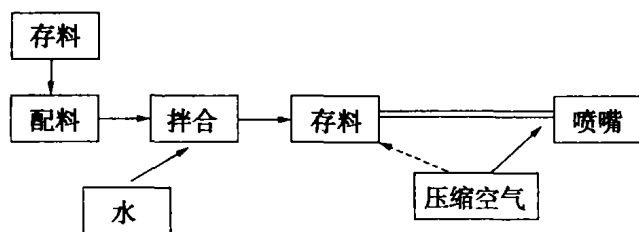


图1 干式喷射工艺流程图

5.2 喷射准备

5.2.1 待喷面:主要包括撬落危石和喷水冲洗。采用的方法和准备作业量取决于地层状况和表面特征。清除开挖面的浮石、墙角的石渣和堆积物;除去回弹、污物、泥浆、石屑、松散颗粒、养护剂及其他有害物质;安设工作平台;用高压水枪冲洗待喷面,对遇潮解的泥化岩层、断层破碎带及其他不良地质带,采用低压风清扫岩面;埋高控制混凝土的标志;

5.2.2 机械设备检修、就位、试运行;

5.2.3 埋设排管;

5.2.4 人员主要包括:指挥员、喷射手、喷射机操作工及配料拌和工;

5.3 喷射作业

5.3.1 喷射顺序和喷射厚度

选择采用“自下而上,先侧墙、后顶拱”的次序喷射。每层厚度在25~50mm。分层喷射时,后一层喷射在前一层混凝土终凝后进行。若喷射中断,应使已喷混凝土不受扰动,直到终凝,重新对其表面进行冲洗。

5.3.2 风压、水压控制

风压:喷射混凝土作业时,要求风压稳定,压力大不适当,使物料在管内畅通无阻,这样,不但喷射混凝土的质量好、回弹量少、风尘少、而且能增加一次喷射的厚度。影响风压的主要因素是:送料的距离和高度、喷射机的生产率和砂料的含水量。对于风压(N/cm²)与输料管长度(m)的关系,施工时选择采用了国家建委建筑科学研究院推荐的公式:

$$\text{空载压力} = 0.1 \times \text{输料管长度}$$

$$\text{工作压力} = 10 + 0.113 \times \text{输料管长度}$$

喷射时,喷头与受喷面的距离保持在1.5~2.0m,喷头与受喷面保持垂直,由于工作环境的影响不能保持垂直的地段,可适当倾斜,但不能小于70°。

在掺速凝剂喷射的情况下,按公式控制,即:

$$D = (K + 4\cos\alpha) \times 2$$

式中 D——一次喷射厚度(cm);

K——3~4cm

α ——喷射方向与水平面夹角。

5.3.3 回弹率:洞室拱部不大于25%,边墙不大于15%,采取措施尽量控制回弹量。利用风枪及时清理回弹物,不能利用的回弹物及时清理。

5.3.4 养护:终凝后2h进行喷水养护,养护时间不少于14d,气温低于5℃时,不采用喷水养护。

5.3.5 环境温度:喷射混凝土作业在5~35℃的环境温度下进行。

5.3.6 喷射厚度的控制

应用“标桩法”控制喷混凝土的厚度。即选择挂网锚杆的外露部分作为桩,控制喷射的厚度,一般每平方米注2~3个。严格控制喷射混凝土厚度,保证不小于设计厚度,表面光滑、平整。任何缺陷都要进行处理、补喷。

5.4 喷射方向与受喷面的夹角

喷射时,一般选择喷嘴垂直于岩面,并稍微向刚喷射的部位倾斜,效果比较理想。如此选择的原因在于:喷射方向与岩面垂直时,粗骨料与岩面或混凝土相撞后,总有一部分按垂直的反方向弹回,此时回弹物刚好受到喷射料束的约束,抵消了部分回弹能量,有利于嵌入混凝土土层中;而喷头微倾向刚喷射的部位,可使喷出的料束有相当部分直接冲入粘塑状态的混凝土中,避免了与岩石的撞击,养活了回弹量。

5.5 钢筋网喷射混凝土

钢筋网间距150mm,钢筋直径6.5mm,屈服强度240MPa,保护层厚度不小于50mm。

喷射钢筋网混凝土时,钢筋网应沿开挖面铺设,与岩面距离3~5cm。捆扎要牢固,在有锚杆的部位宜用焊接法把钢筋网与锚杆连接在一起。

喷射操作时喷头不得正对钢筋。

如发现脱落的喷层或大量回弹物被钢筋网“架住”,必须及时清除,不得包裹在喷层内。

喷射混凝土必须填满钢筋与岩面之间的空隙,并与钢筋粘结良好。喷射后,钢筋网上的喷层厚度应满足保护层的尺寸要求。