

雀巢聚音式灌浆预埋管施工技术

张兵

(中国水利水电第三工程局有限公司 陕西西安 710032)

[摘要] 本文介绍中国水电三局针对在地下洞室灌浆施工中常规预埋灌浆管成活率低的难题, 依托江苏溧阳抽水蓄能电站地下厂房混凝土衬砌灌浆施工特点开展技术研究, 设计制造出一种新型雀巢聚音式灌浆预埋管装置, 并在工程中应用。使地下工程钢筋混凝土衬砌、钻孔、灌浆、灌浆质量检测等各个工序都能得到很好的衔接, 灌浆预埋管效果良好, 满足规范及设计要求。从而达到地下工程的施工安全、质量、进度及成本全方位得到优化的目的, 使传统灌浆预埋管工艺技术得到革新。

[关键词] 雀巢聚音式 灌浆预埋管 施工技术

1 概述

在水电、公路、铁路、地铁工程的地下工程中, 灌浆是常用的混凝土衬砌加强手段。传统的内藏式及外露式灌浆孔导管预埋方法已随着科技水平的发展愈来愈多展现出了众多弊端, 内藏式成活率低; 外露式与模板的干扰大, 在钢模台车模板中无法使用。对混凝土的外观及工程施工质量、安全、进度及施工成本等指标存在严重影响。

江苏溧阳抽水蓄能电站地处江苏省溧阳市, 电站位于苏南地区负荷中心, 距南京、苏州、无锡、常州和镇江等城市相距 80 公里至 140 公里。电站枢纽建筑物主要由上水库、输水系统、发电厂房及下水库等 4 部分组成。

溧阳抽水蓄能电站主厂房检修排水廊道(主厂房机组基础固结灌浆Ⅲ区)钢筋混凝土衬砌顶拱 120° 范围采用整体木模板, 边墙采用现场拼装钢模板。钢筋密集, 系统锚杆、型钢拱架、水机专业预埋管均影响后期混凝土衬砌段钻孔灌浆施工。采用传统方法埋设 PVC 灌浆管, 成活率仅 30~50%, 导致固结灌浆钻孔困难, 难满足进度及不损坏水机专业埋件安全需要。

2 雀巢聚音式灌浆预埋管技术原理

雀巢聚音式预埋灌浆管装置, 利用现代塑料注射成型工艺(简称注塑)设计加工而成, 由正向雀巢与反向雀巢两部分组成。正向雀巢与反向雀巢(顶端盖)相扣形成的喇叭口状空腔, 且正向雀巢的底部为凹曲面, 有汇聚、反射声音的效果。在这些特征的共同作用下, 当灌浆导管的端口部位(反向雀巢的底部)被埋于混凝土浅表层时, 按序敲击混凝土的表面, 根据雀巢空腔部位与实体混凝土被敲击声音的差异就可方便地找出预埋灌浆导管的端口部位(反向雀巢的底部)。雀巢聚音式预埋灌浆导管是由 4 部分组成的组合体, 自前至后依次分别是: 反向雀巢段、正向雀巢段、PVC 管管体段、后端盖段。见图 1~图 3。

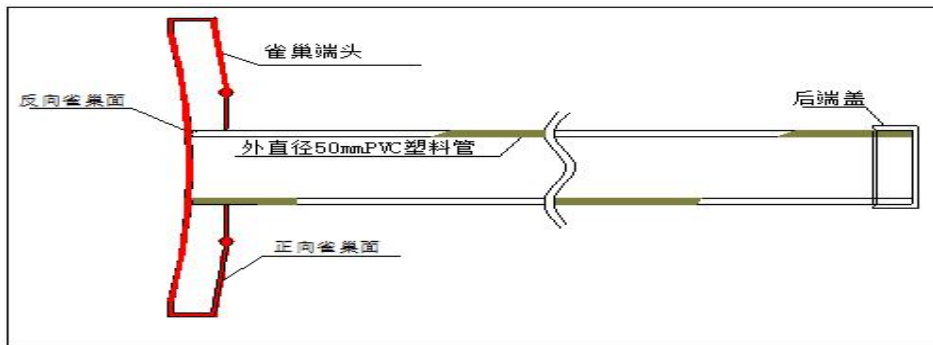


图 1 雀巢聚音式灌浆预埋管设计结构示意图



图2 预埋管雀巢部位实物照片



图3 雀巢聚音式灌浆预埋管实物照片

3 施工工艺流程及操作要点

3.1 工法工艺流程

与传统工艺流程相同。施工工艺流程图见图4所示。

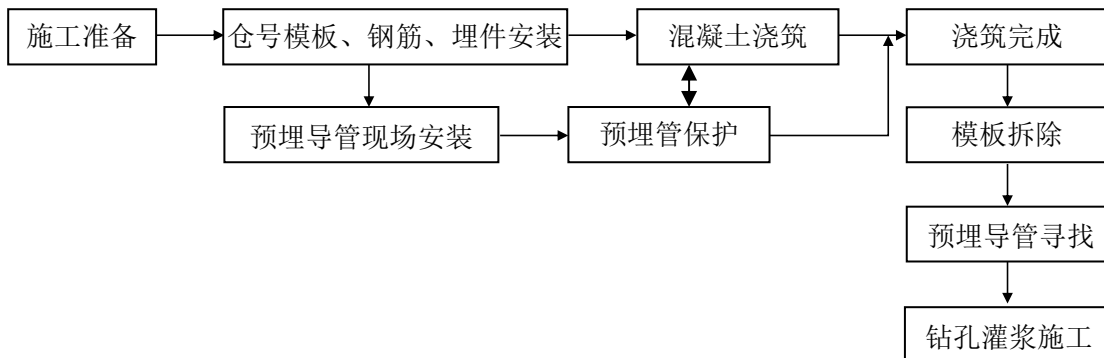


图4 雀巢聚音式灌浆预埋管现场埋设工艺流程图

3.2 施工操作要点

(1) 预埋导管安装

钢筋混凝土浇注前（模板安装同时）进行系统安装，埋管前技术人员详细讲解埋管工艺，组织现场作业人员进行技术方案、设计图纸、作业指导书等学习探讨，并将技术方案、设计图纸、作业指导书等发放至作业班组，现场指导埋设方法。使作业人员充分掌握雀巢聚音式灌浆预埋管的埋设方法及技术要求。雀巢聚音式灌浆预埋管现场安装方法见图5、图6。

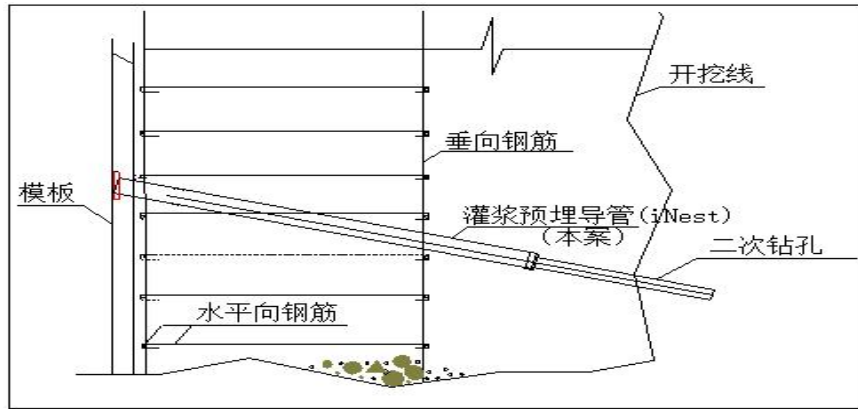


图5 雀巢聚音式灌浆预埋管现场安装示意图

现场埋设方法为：

1)雀巢聚音式灌浆预埋管的安装是在钢筋混凝土仓号的模板、钢筋及其他埋件安装、调整、加固结束后进行现场安装。

2)将雀巢聚音段（正向雀巢段及反向雀巢（顶端盖）段相扣的组合物）按照设计预埋导管的位置先预置（反向雀巢的底部外侧紧贴模板）。

3)根据衬砌的钢筋混凝土的厚度截取管体段（管体段是直接自市场采购符合国家标准PVC管，其内径是根据灌浆孔施工钻具的工作直径事先选定），截取后的管体段的两端分别与雀巢聚音段及喷混凝土层（岩石面）紧贴。

4)手工前推整个预埋导管，由于波纹管段有侧向转向功能，在推力及力臂（反向雀巢（顶端盖）段底部与模板内表面间的着力点到管体段中心线沿长线的距离）的作用下，反向雀巢（顶端盖）段底部外侧与模板的内表面能最大限度的贴合，调整管体段方向至合适位置并将管体段用钢丝绑扎于钢筋网上，此时由于波纹管段有弹性而蓄积了预应力，在混凝土浇筑期间，模板在混凝土侧压力的作用下有微小的位移产生，在波纹管段预应力的推动下雀巢聚音段可适量地向着模板内表面跟进。



图6 雀巢聚音式灌浆预埋管现场安装照片

（2）预埋导管保护

混凝土浇筑过程密切关注加强混凝土浇筑过程监控，防止入仓混凝土直接冲击、挤偏及振捣器直接接触及对预埋管造成伤害，确保预埋管的成活率。

（3）预埋导管寻找

混凝土浇筑完成模板拆除及时寻找预埋管，进行标注。部分预埋灌浆导管的反向雀巢（顶端盖）段的底部外侧面可直接目测找到（见图7）。如果部分预埋灌浆导管的反向雀巢（顶端盖）段的底部外侧面因为被混凝土掩埋不能直接目测找到，可用小榔头在预埋灌浆导管的大致位置有序敲击混凝土表面，因为预埋灌浆导管的雀巢聚音段的前端是一个较大的空腔，形同雀巢，其底部为凹曲面，

有聚音功能，被敲击后的声音与实体混凝土差异很大，凭耳听即可方便地找到被埋的预埋导管的端口部位。

预埋导管找到后即可破坏性拆除反向雀巢（前端盖段），为下一步的钻孔做好准备。正向雀巢段、管体段及后端封盖不必拆除。现场寻找及拆除见图 8。



图 7 拆模后预埋管照片



图 8 预埋管现场敲击寻找照片

4 关键技术和创新点

(1) 研制了雀巢聚音式灌浆预埋管装置，由模板部位首端聚音盒、连接波纹管、PVC 管体、后端盖座四部分组成。聚音盒由反向雀巢和正向雀巢两部分相扣组合而成，具有放大、汇集寻找敲击声音的作用；连接波纹管具有一定伸缩性和弹力，可保证灌浆预埋管与模板和岩面紧密贴合；后端盖座可与岩体形成紧密结合，并防止混凝土堵塞管体。装置设计构思新颖，避免了灌浆预埋管失效的各种不利因素，经济实用。

(2) 聚音盒研究采用再生塑料注塑成型工艺制作，并形成了现场组装、埋设、混凝土浇筑保护和后续灌浆预埋管定位等配套工艺，施工简便，保证了灌浆预埋管的成活率。

5、与同类先进成果主要技术指标比对情况

地下工程的混凝土衬砌模板大致有两种方式：（国内）标准散装钢模或木模或其他异形模板的传统式及钢模台车模板的现代式。灌浆孔导管预埋有内藏式及外露式，内藏式成活率低（30%--50%），外露式与模板的干扰大，特别是在钢模台车模板中无法使用外露式预埋灌浆管，因此，在后续的灌浆钻孔施工中无法使用风动式及液压式钻机钻孔或即使勉强使用风动式钻机，但钻孔效率大大降低、

衬砌混凝土的外观质量受到了损害（风动式及液压式钻机施工效率高、安全、成本低）。从而施工质量、安全、进度及施工成本等指标受到影响。

雀巢聚音式灌浆预埋管适用于各种形式的衬砌混凝土，预埋导管不影响模板（特别是钢模台车、滑模等）的正常使用，成活率高，能有效避开混凝土中的钢筋。给钻孔施工使用风动式（或液压式）钻机提供条件，可显著缩短钻孔时间，降低钻孔废孔率，降低钻孔成本，节省工期，使传统灌浆预埋管工艺技术得到革新。传统灌浆埋管工艺成活率约为 50%，埋管失败的孔位需进行重新钻孔，发生较大人工费、材料费、机械费且工期易造成拖延。雀巢聚音式预埋灌浆管技术，埋管成活率高，成本低，单孔可缩短钻孔工期及施工成本一半以上。

6 经济社会效益

雀巢聚音式预埋管装置可显著缩短钻孔时间，降低钻孔废孔率，减少因钻孔造成的粉尘及机械使用耗能，改善了作业环境。并且装置结构简单，由注塑技术生产，大规模应用时生产成本低，埋设加固施工方便，拆模后可目测查找或经敲击形成的雀巢聚音放大功能使预埋管容易找到，经溧阳抽水蓄能电站地下厂房洞室埋设，效果良好，成活率达 98%以上，推广应用于贵州象鼻岭电站灌浆廊道。能有效避开混凝土中的钢筋，给灌浆钻孔施工使用风动式（或液压式）钻机提供条件，可显著缩短钻孔时间，降低钻孔废孔率，降低钻孔成本，节省工期，使传统灌浆预埋管工艺技术得到革新。此工法实施后，灌浆预埋管成活率高，成本低，单孔可缩短钻孔工期及施工成本一半以上。该埋管工艺可供类似地下洞室钢筋混凝土衬砌部位灌浆工程借鉴，有较高的推广价值。节约资金共约 170 万元。

通过开展项目研究及工法形成，消化吸收该“雀巢”聚音式预埋管安装技术，熟练掌握该项新技术、新工艺，解决地下洞室钢筋混凝土钻孔施工中遇到的各种难题，为今后在类似工程大面积推广储备了技术力量和施工经验。

7 推广应用情况及前景

雀巢聚音式灌浆预埋管技术分别于 2014 年 4 月至 2014 年 5 月、2014 年 10 月到 2014 年 12 月、2016 年 06 月至 2016 年 10 月在江苏溧阳抽水蓄能电站主厂房、2#尾水岔洞钢筋混凝土衬砌部位及贵州省象鼻岭水电站帷幕灌浆廊道钻孔灌浆工程得到应用，灌浆预埋管效果良好，满足规范及设计要求，施工效果良好，得到了参建各方的好评。

该技术适用于地下钢筋混凝土工程如隧道、地铁的地下站点的灌浆施工中。对于钢筋密集，系统锚杆、型钢拱架、水机专业预埋管等混凝土衬砌段钻孔灌浆施工，具有较强的参考和指导意义。通过采用注塑成型技术制造的雀巢聚音式灌浆预埋导管，结构简单，易于埋设，可使地下洞室灌浆管预埋成功率大幅提高，能在钻孔时有效避开混凝土中的钢筋，给灌浆钻孔施工使用风动式（或液压式）钻机提供条件，可显著缩短钻孔时间，降低钻孔废孔率，降低钻孔成本，节省工期，使传统灌浆预埋管工艺技术得到革新。并通过开展课题研究及实施，总结出了一套比较有效的雀巢聚音式灌浆预埋管施工技术及配套工法，2017 年关键技术研究成果经中国电力建设集团有限公司组织专家委员会评审，课题研究成果达到国际先进水平，工法分别获评电建施工工法、陕西省工法、水利水电工法，可供类似地下洞室灌浆工程借鉴，有较高的推广价值。

8 结语

由中国水利水电第三工程局有限公司设计发明采用注塑成型技术制造的雀巢聚音式灌浆预埋管装置，结构简单，易于埋设，总结形成的雀巢聚音式灌浆预埋管施工技术及配套工法可使地下洞室灌浆管预埋成功率大幅提高，能在钻孔时有效避开混凝土中的钢筋，给灌浆钻孔施工使用风动式（或液压式）钻机提供条件，可显著缩短钻孔时间，降低钻孔废孔率，降低钻孔成本，节省工期，使传统灌浆预埋管工艺技术得到革新。该埋管工艺可供类似地下洞室灌浆工程借鉴，有较高的推广价值。

作者联系方式：

姓名：张兵

邮寄地址：陕西省西安市灞桥区米秦路 15 号

邮政编码：710032

手机号：153 7726 6665

邮箱：404638586@qq.com