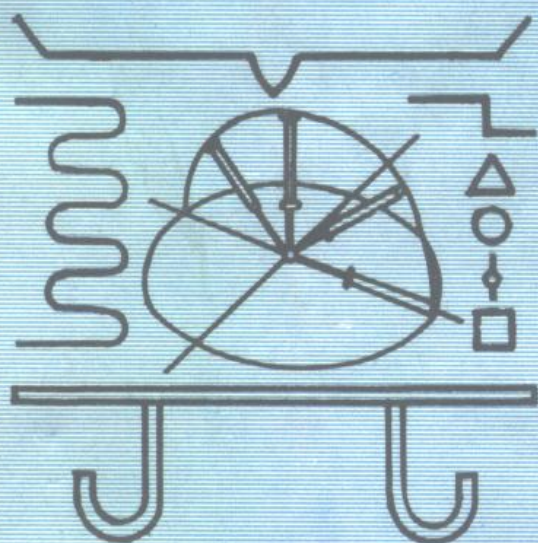


水工混凝土 预埋件设计与施工

周世明



水利电力出版社

水 工 混 凝 土 预埋件设计与施工

周 世 明

水 利 电 力 出 版 社

水工混凝土预埋件设计与施工

周世明

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 13印张 288千字

1989年5月第一版 1989年5月北京第一次印刷

印数0001—3490册 定价7.30元

ISBN 7-120-00419-0/TV·182

21267/35 14

内 容 提 要

本书系统叙述水利水电工程混凝土建筑物预埋件设计与施工技术，是国内第一本“土建”预埋件工程的专著。

书中详细阐述止水、排水、冷却、灌浆、铁件及内部观测仪器等各种预埋构件的设计依据、布置形式、施工方法和技术要求；对于预埋件施工中的质量控制和事故处理等问题，介绍了可供借鉴的资料和处理方法；搜集了最新在预埋件施工中采用的新材料、新工艺、新机具；对于预埋件在水工混凝土施工中出现的新问题，如碾压混凝土、滑动模板、组合钢模板施工中预埋件的埋设、安装方法也作了专门介绍。对于闸门预埋件安装，专列一章，予以介绍。

全书图文并茂，共汇集了各种埋件结构型式、尺寸以及埋设安装的图近300幅。

本书可供水利水电系统和建筑部门设计、施工技术人员参考，可作为技术工人培训读物，亦可供水工专业的师生作教学参考。

前 言

水工混凝土预埋件是水工建筑物的重要组成部分。预埋件的施工是水利水电工程施工中必不可少的工序，它在工程施工、运行管理及验证设计中都起着重要的作用。国内外的工程实践都已说明，水工混凝土预埋件施工，不但质量要求高、技术复杂，而且在发生事故后的处理非常困难，甚至无法补救。因此，近年来，预埋件施工技术越来越多地受到工程技术人员的重视，并不断研究预埋件施工的新技术。

建国以来，我国水利水电建设事业有了飞跃的发展。水工混凝土施工技术水平有了很大的提高，在预埋件施工中也积累了丰富的经验。主要表现在大量采用新材料、新工艺，改革传统的施工方法等。例如，聚氯乙烯塑料止水带的采用，逐渐替代了金属止水（浆）片，节约了大量金属材料；埋管施工的坝内冷却水管和接缝灌浆管路的传统工艺，已出现用塑料拔管的新工艺；研制成功的加工金属止水（浆）片的压床，可以压制不同的止水（浆）片形状，提高了效率，减轻了劳动强度等等。

但是，到目前为止，对于预埋件施工技术，尚未进行比较系统和全面的总结，已被实践证明行之有效的施工方法和具有明显经济效果的新工艺，亦未能得到推广应用。此外，预埋件在新的施工条件下出现的新问题，如大量使用钢模板和采用液压滑升模板后，以及碾压混凝土施工时，预埋件的安装和固定等等，也需要研究和探讨。

为了比较系统地总结建国以来的预埋件在设计布置和施工方面的经验、介绍预埋件的设计方法、布置原则以及新工艺与新材料应用情况、探讨预埋件施工技术发展新课题，从而为了提高我国水工混凝土预埋件工程的技术水平而编写了此书。

本书内容包括：概述，止水排水，坝内冷却，接缝灌浆，内部观测仪器，铁件，闸门安装埋件和附录，以及新的筑坝方法中的预埋件施工。

书中一些数据、图表引自水工、建工、铁路部门的设计、施工、科研等单位及部分生产厂家的资料；在本书编写过程中，还得到许多同志的支持和帮助，引用了胡锦涛、付元茂、殷愈、许春云、杨怀祖、林长山、喻云安、王守运等同志的著（译）文中的一些资料，对此，表示衷心的感谢。

本书的编写得到长江葛洲坝工程局原总工程师曹宏勋同志的支持；全书经葛洲坝水电工程学院许发华副教授校阅，并经中国三峡工程开发总公司（筹）杨春桂高级工程师审阅，在此，一并表示诚挚的谢意。

由于本人水平所限，不妥之处在所难免，敬请读者不吝指正。

周世明

1987年12月于长江葛洲坝

目 录

前 言

第一章 概述	1
--------------	---

第二章 止水、排水系统预埋件	8
----------------------	---

第一节 止水的分类及其布置	8
---------------------	---

第二节 坝面止水	19
----------------	----

第三节 止水片	22
---------------	----

第四节 沥青止水井	92
-----------------	----

第五节 缝面填料	140
----------------	-----

第六节 其他止、防水材料	150
--------------------	-----

第七节 止水系统质量检查与处理	160
-----------------------	-----

第八节 坝体排水管	168
-----------------	-----

第三章 冷却系统预埋件	181
-------------------	-----

第一节 水工混凝土的冷却	181
--------------------	-----

第二节 水管冷却的埋管施工	188
---------------------	-----

第三节 水管冷却的拔管施工	195
---------------------	-----

第四节 混凝土冷却费用和效果	206
----------------------	-----

第四章 接缝灌浆系统预埋件	210
---------------------	-----

第一节 接缝灌浆预埋件设计	210
---------------------	-----

第二节 接缝灌浆预埋件施工(埋管法)	216
--------------------------	-----

第三节 接缝灌浆预埋件施工(拔管法)	234
--------------------------	-----

第四节 接触缝灌浆预埋件	245
--------------------	-----

第五章 内部观测仪器	252
------------------	-----

第一节 内部观测的目的及观测仪器和设备	252
---------------------------	-----

第二节 内部观测仪器布置及率定	265
-----------------------	-----

第三节 内部观测仪器的埋设安装	274
-----------------------	-----

第六章 预埋铁件	317
第一节 概述	317
第二节 插筋和锚筋	317
第三节 支座	328
第四节 吊环	333
第五节 其他铁件埋设	336
第七章 闸门埋件	341
第一节 概述	341
第二节 闸门埋件布置及其要求	341
第三节 闸门埋件的埋设安装	355
第四节 闸门埋件的埋设质量问题及处理	372
第五节 预制门槽埋件施工	378
第八章 筑坝新技术中预埋件施工	382
附 录	389
一、预埋件施工常用材料	389
二、接触埋弧焊工艺	395
三、射钉紧固技术	397
四、聚氯乙烯硬管胶粘工艺和止水带焊接机具	397
五、电加热熔化沥青	402
六、饱和蒸气、温度、潜热对照表	406
七、几种进口内部观测仪器性能及参考价格	407
主要参考文献	408

第一章 概 述

一、水工混凝土预埋件及其分类

水工混凝土预埋件，顾名思义，就是预先埋设和安装在水工混凝土建筑物内的构件。它是建筑物的组成部分，起着特定的作用，在建筑施工中占有重要的位置。“预埋件”施工是一项专门技术，而且逐渐发展成一门独立的有综合技术的应用学科。

在水利水电工程中，各种形式的混凝土坝、发电站厂房、船闸等水工建筑物都布置有一些需要预先埋设的构件，为施工、安装和运行服务，因此，预埋件设计与施工是水工建筑物细部结构设计中的重要内容，是混凝土施工中不可缺少的一道工序。

水工建筑物预埋件种类很多，一般按其作用分：为土建施工服务的埋件；为金属结构安装需要的埋件和为机电安装设置的埋件等三大类。这些埋设件按其运用时间，可分为两种：永久性埋件和临时性埋件。

水工建筑物“土建”预埋件，在水工混凝土施工中，通常指止水、排水系统的埋件，坝内冷却系统埋件，接缝灌浆系统埋件，内部观测仪器的埋设以及为支承、定位、锚固等设置的各种铁件等五项。

本书主要叙述水工混凝土预埋件及闸门安装埋件。至于其他金属结构和机电安装的埋件，其埋设安装方法与土建埋件施工大同小异，本书不作一一介绍。

二、水工混凝土预埋件的重要性、施工特点和要求

(一) 预埋件在工程中的重要性

水利水电工程中的预埋件是建筑物的重要组成部分。预埋构件的材料质量、埋设安装质量，都直接影响建筑物的运用和安全。在施工中稍有不慎，留下隐患，轻则造成返工浪费、贻误施工进度；重则引起建筑物的破坏，危及整个枢纽的安全。葛洲坝工程的二江泄水闸下游护坦板，为减少开挖工程量、节省护坦板混凝土厚度，设计采用了全封闭型抽排水结构，护坦板的块与块之间埋有止水片和排水沟(槽)等。此处的止、排水系统施工质量，对建筑物的安全，具有特别重要的意义。一旦止、排水系统失效，护坦板会被基础扬压力抬起、冲走，其后果不但护坦板无法修复，而且降低了闸室的安全度。所以有人说：“二江泄水闸是葛洲坝枢纽的要害部位，而其护坦则是要害的要害”。所谓要害最根本的问题就是止、排水埋件(包括材料和埋设)质量好坏。这表明了预埋件对建筑物的安全是何等的重要！在以往施工中，这一类的教训也是值得记取的。如广东省某宽缝重力坝建成蓄水后，发现部分溢流坝段横缝出现漏水捷径，加上基础渗水等原因，日渗漏量达140多立方米，运行十余年，虽年年采取灌浆等补救处理措施，仍未得到彻底止漏，影响大坝的正常运用。其原因就是横缝止水片和沥青止水井失效所致。又如甘肃省境内某水利枢纽，由于预埋件施工质量和材料不合标准，在伸缩缝止水结构检查时发现，完成的29个伸缩缝止水中有22个伸缩缝漏水。分析漏水的原因，是由于用普通黑铁皮代替紫铜片加工的止水片锈蚀，加上止水片接头焊接质量又不合要求，有“沙眼”甚至焊穿铁片，以及个别坝段的止水片未嵌入相邻坝段内，造成了多数伸缩缝漏水。后来耗

费了大量的人力、物力，用了一年的时间进行处理，结果仍未能全部达到设计要求。甚至有的工程，为了处理包括预埋件质量事故在内的质量问题，曾停工三年，专门进行补强处理。这是多么深刻的教训！其实，对于预埋件施工，往往有时只是举手之劳、弯腰之功，就可以纠正而避免隐患，认识到预埋件的重要性，就不致造成以上严重后果。

相反，在特定条件下，良好的埋件质量甚至可以在非常的情况下挽救工程的安全。广东的新丰江水电站，在遭受强烈的地震后，伸缩缝止水片被破坏，造成伸缩缝漏水，处理非常困难，影响大坝正常蓄水。但由于伸缩缝内沥青止水井埋设安装质量好，对其通电加热后，终于止住了漏水，使工程得以正常地发挥经济效益。

由此看出，水工混凝土预埋件的施工质量好坏，对水工建筑物能否正常使用、工程能否发挥最大经济效益、国家基本建设能否获得最佳投资效果，关系甚大。

（二）水工混凝土预埋件施工特点和要求

水工混凝土预埋件施工与其他建筑工程不尽相同，其特点和要求：

（1）预埋件安装埋设质量要求较高，从埋件设计、材料选择、施工操作和运行管理都应有具体的质量要求。

（2）预埋件施工时，它与模板架立、钢筋绑扎，往往交叉作业，干扰大；而与混凝土浇筑则更加相互影响，要合理地组织施工，统筹安排。

（3）预埋件施工的专业性强，应由专业队伍担任。特别在埋设过程中，应安排专门人员进行检查和护理。

（4）施工延续时间长且多为隐蔽工程，在预埋件施工前要研究妥善的保护设施，必要时应设计补救办法，以保证

预埋件发挥应有的作用。

因此，在预埋件施工前，必须根据其施工特点和要求，精心安排、合理组织，以保证预埋件安装埋设质量。

三、水工混凝土预埋件施工技术的发展

在建国初期，水工混凝土预埋件设计，一般套用外国资料；预埋件的加工、安装埋设几乎全部用手工操作，劳动强度大，生产效率低。如金属止水片的加工，就是用人工锤打而成（一个工日才能成型8m长）。

随着混凝土筑坝技术的发展，在水工混凝土预埋件设计和施工中；大量采用新材料、新工艺、新技术、新机具，使水工混凝土预埋件设计与施工水平不断提高，预埋件的类别不断增加，预埋件的内容日益丰富，并已初步形成独立的具有综合施工科学技术的预埋件工程。

在采用新材料方面，随着科学技术的发展，各种来源广、性能好的有机化合物材料陆续出现，如塑料止水带、塑料支座等，在水电工程中得到逐渐推广应用。从1965年起，聚氯乙烯塑料止水带用作接缝的止水片和止浆片，逐渐替代了紫铜片和镀锌铁片，节省了大量金属材料。首先在甘肃省的刘家峡工程、湖北省的丹江口工程中使用，现在我国各地修建的大、中、小型水利水电工程都有采用。长江葛洲坝工程已用塑料止水带近500t（长12.5万m）。由于塑料止水带性能稳定，适应变形能力强，安装简便，焊接工艺易于掌握，象辽宁省回龙山工程（坝高35m）、湖北省丹江口工程的右岸混凝土挡水坝这样的工程，已全部采用聚氯乙烯止水带作为伸缩缝永久止水材料。

在采用新工艺方面，混凝土坝内冷却系统管路和接缝灌浆管路，过去一直沿用埋管法，耗用了大量钢管，而且埋管

施工干扰大,且在施工中稍有不慎,管路极易堵塞,影响了冷却效果和灌浆质量。从1965年安徽省陈村工程首先采用聚氯乙烯塑料管拔管工艺,节省了冷却、灌浆管路的钢材,并减化了施工。通过贵州省乌江渡、湖南省凤滩和东江、陕西省安康、浙江省紧水滩等工程采用拔管施工,在实践中有所改进和提高,使这种新工艺日臻完善。

采用新技术方面,在我国混凝土筑坝技术迅速发展的带动下,预埋件施工的新技术大量涌现(有国外引进的,有自力更生发明创造的),提高了埋设质量,缩短了施工周期。如门槽导轨埋设施工,由常规的分二期施工改为一期施工,大大缩短了工期。又如安装预制梁用的钢支座,以往均采用手工电弧焊焊接钢板背面的“Π”形锚筋,其质量不稳定,效率低,而改用接触埋弧焊技术后,不但可以节省钢材,改变人工操作方法,而且焊接质量稳定、可靠。

在采用新机具方面,各施工工地研制成功的加工、安装预埋件的小机具,也是举不胜举,止水片压床、弯管机、钢管调直机等等。如止水片压床,可以压制不同形状的止水(浆)片,加工效率比人工提高十多倍,压出的止水(浆)片形状规格化。

此外,如工人技术水平,也有了普遍提高。建国初期修建淮河上的几座混凝土坝时,紫铜止水片的焊接,规定5级以上的焊工才能施焊,现在各工程的紫铜止水片焊接,一般2~3级焊工经过短期专门训练,就可以担任焊接工作。

还有,一些埋件的埋设安装精度达到了很高的要求,比如葛洲坝一期工程2号、3号船闸闸室两侧闸墙内的浮式系船柱,虽与闸墙混凝土一期施工,运行几年来还未发生过一次卡槽事故。

但是，目前水工混凝土预埋件设计采用的计算方法、某些材料的性能和现场埋设安装方法，与国内国外快速发展的混凝土筑坝技术还不相适应。这表现在模板架立、钢筋绑扎、混凝土浇筑等采用新的施工技术的条件下，使预埋件施工出现了一些新的问题，也对预埋件提出了新的要求。比如大量使用钢模板后，预埋铁件和止水片如何固定，管路怎样接出仓外；采用碾压混凝土筑坝，预埋件如何埋设，如何保护等等，所有这些新的问题都需要从事水电建设事业和一切有关部门的科研、设计、施工技术人员和工人，悉心研究，认真总结，为预埋件工程能适应坝工建设的需要作出贡献。

四、保证预埋件工程质量的措施

水工混凝土预埋件的施工质量，涉及到预埋件的结构设计、所用材料的性能和施工操作方法以及维修管理等多方面的因素，其中埋设施工操作是保证预埋件发挥作用的主要环节。在目前，水工混凝土的预埋件施工工作，仍然以手工操作为主的情况下，由于人为的因素很多，其中包括技术、经验、管理水平，甚至操作人员的精神状态，还有各个施工单位的习惯势力等，都与埋件的施工质量有密切关系。为此，要求从事这一工作的施工人员，熟悉预埋件的质量要求，了解其在水工建筑物中的重要性，提高操作技术水平，以保证预埋件施工质量。

保证预埋件的施工质量，当前要解决以下三个方面的问题。首先是设计部门对各种预埋件有明确的质量要求，统一质量标准；其次是施工单位要研究和制定保证预埋件施工质量的具体措施；最后质量检查部门要对预埋件材料、安装埋设等一系列工序制定检查办法，加强施工过程中的质量检查工作，以确保埋入建筑物的每一种埋件都起到它应有的作用。

作为一名“预埋工”应具备的基本条件和知识：第一，能看懂水工设计布置的结构图纸，领会、熟悉其设计意图；第二，能了解各种预埋件所用材料的物理、力学性能；第三，掌握埋件加工、埋设安装的质量标准，既能加工，又能安装。

此外，应具有一定的数学、力学基础知识，熟悉有关工种——电焊工、钳工、钢筋工等的基本常识。

第二章 止水、排水系统预埋件

第一节 止水的分类及其布置

一、止水分类

(一) 止水及其作用

1. 止水定义 设置在水工建筑物相邻部分缝隙间（如温度缝、沉陷缝以及闸门与闸墩、墩顶与胸墙等的接缝处），用以防止漏水的设施，称为止水。

一般用具有变形性能的不透水且能耐久的材料作为止水材料，如紫铜片、不锈钢片、铝片、橡胶、塑料、沥青、油毛毡、木条（板）、麻与麻绳、帆布与帆布软管以及高分子合成材料（如聚氯乙烯胶泥、油膏）等。

2. 止水的作用 水工建筑物中的挡水结构，为了结构和施工的需要，或者特殊要求（如地震），在结构内设置了横向和纵向缝。通常把垂直于坝轴线的缝称为横缝，横缝都为直缝，且把不灌浆的横缝叫做伸缩缝或沉陷缝；而把平行坝轴线的缝称为纵缝，纵缝有直缝和斜缝之分。纵缝缝面都进行灌浆填实，以连成整体并传递应力。一般，纵缝又叫做施工缝。对混凝土分层浇筑形成的缝面，也是施工缝。习惯称为建筑缝。

混凝土结构分缝后，如混凝土坝，横缝是顺水流向的一条渗水通道，为了防止水库的水渗入下游或坝内，横缝内设置可靠的止水设施，其作用是保证建筑物的安全，同时给施工、运行管理等提供正常工作条件。当然，设置止水的部位

不仅仅是横缝。所以，止水设施是混凝土建筑物的重要组成部分。对止水设施的埋设、检查必须认真、严格。

（二）止水分类

目前国内采用的止水结构，形式多样。一般按止水结构的形式和所采用的材料分类。

按止水结构形式分，有止水塞（板）的坝面止水，用止水片形成的止水封闭系统，沥青井的止水形式和接缝面填料止水等。

按止水的材料分，有金属和非金属止水片、沥青和沥青玛蹄脂、油毛毡、聚氯乙烯胶泥、油膏等。

根据止水片埋设在混凝土坝体内不同位置而分为基础止水、坝身止水、坝顶止水以及廊道止水等等。

为了使设置在接缝内的止水设施运用可靠，往往采取不同止水结构的组合形式。以混凝土坝横缝为例，布置了止水片，又设置沥青止水井，接缝间还粘贴或灌注止、阻水材料，有的还设有止水塞。混凝土挡水建筑物横缝止水系统几乎包括了水工建筑物需要设置的各种止水结构，这说明横缝止水的重要性。因此，本章侧重以横缝止水系统各种止水设施自上游至下游、从基础到坝顶逐项依次论述。

二、横缝止水系统布置

（一）横缝止水设置类型

根据不同坝型、建筑物等级和坝地质条件等的要求，横缝止水系统，不外乎以下几种布置形式：

（1）在横缝上游端设止水塞，靠上游面依次布置止水片（金属）、沥青井、止水片（塑料），紧接设排水井（孔）；在靠近下游面再设置止水片，如图 2-1-1(a)。

（2）在靠上游面横缝内设两道止水片，其间布置排水