

# 一种一体化纤维水泥复合墙板的防水方法研究

宋战辉<sup>①</sup> 刘步顺 宋远荣 张丽丽 吕倩

(临沂正信工程勘察设计有限公司, 山东 临沂 276000)

**摘要:** 变电站建筑墙板的防水性能对保障变电站的安全稳定运行至关重要。在变电站建筑墙板中, 一种被纳入国网公司推广应用类材料的一体化纤维水泥复合墙板具有较好的应用前景, 但目前尚且缺少该墙板防水性能的研究。基于此, 分析该墙板结构、安装特点, 明确其防水薄弱点和渗漏特点, 提出相应的防水方案, 可有效改善墙板防水性能。

**关键词:** 防水; 墙板; 变电站; 钢结构

**中图分类号:** TU528.7 **文献标志码:** A



建筑墙板的防水性能直接影响变电站的安全稳定运行, 继而影响人民生活及社会稳定。国网公司推荐变电站采用装配式建筑, 且宜采用钢结构形式。在钢结构建筑墙板中, 一种一体化纤维水泥复合墙板被列为国网推广应用类材料, 其应用前景十分广泛。

在墙板防水研究方面, 邢敏<sup>[1]</sup>介绍了NALC(蒸压轻质加气混凝土)板采用密封胶及灌浆的拼缝防水方法、金邦板采用金属接缝条的防水方法; 杨霞<sup>[2]</sup>对MS-2500、道康宁991硅酮型密封胶、PSR991密封胶的力学性能、耐久性、污染性、阻燃性开展分析和对比, 结果表明三种密封胶的性能和短期使用情况无明显差异, 但其长期性能尚需研究; 张喆<sup>[3]</sup>指出PC(预制混凝土)结构防水薄弱点为接缝处, 并从施工角度介绍了墙板防水理念、防水形式、防水施工要点, 本文认为对预制装配式建筑的防水, 导水优于堵水、排水优于防水; 邓凯<sup>[4]</sup>介绍了某一装配式住宅的外墙防水设计, 其做法是目前较为理想、普遍的做法; 杨霞等<sup>[5]</sup>对PC墙体空腔防水及材料防水进行了介绍, 对常用的硅酮密封胶、聚氨酯密封胶、硅烷改性聚醚密封胶、硅烷改性聚氨酯密封胶的性能进行了对比。王长俊等<sup>[6]</sup>的专利介绍了一种变电站用外墙板的防水构造形式: 上部墙板设置下凸起、下部墙板设置对应凹槽, 凹槽底部设置斜向外侧的疏水管。但该方案存在由于毛细现象, 水逐渐渗入墙体内侧的可能性。刘和鑫等<sup>[7]</sup>指出现阶段外墙防水主要有材料防水、构造防水和结构防水三种方式, 针对目前的装配式单层无保温外墙板防水方案现状, 提出了增设排水通道、创新接缝形式、改变平缝位置、采用现浇外墙四种改进方案。肖玉明等<sup>[8]</sup>的专利采用开放式线防水构造原理, 墙板内侧设封堵材料和汽水隔离材料, 水平缝通过企口排向竖向导水槽, 竖向缝通过墙板厚度方向侧面斜向导水槽引向竖向导

水槽, 形成了墙板的疏水回路, 理论上, 该种墙板防水方式的防水效果较为理想。

由此可见, 装配式建筑墙板防水的研究集中于防水密封胶、预制混凝土建筑, 针对钢结构墙板防水的研究较少, 而针对国网公司推广使用的一体化纤维水泥复合墙板防水的研究更是凤毛麟角。因此, 有必要结合该墙板自身的结构特点、安装特点, 对其防水开展相应研究, 旨在改善该墙板防水性能, 提升变电站安全稳定运行的可靠性。

## 1 一体化纤维水泥复合墙板及防水

### 1.1 墙板介绍

目前市场上常见的一体化纤维水泥复合墙板构造和安装方式基本相同, 墙板模块板为夹心式构造, 两侧为纤维水泥板, 中间为夹心岩棉及内部金属龙骨, 四周采用铝合金边框密封、固定, 安装时, 可实现现场快速拼装。国网某供电公司于2017年建设山东省内第一座采用该墙板(专利号: CN206581440U)的变电站, 并随后在多个变电站中应用该墙板, 取得了良好的工程效果。

### 1.2 防水理论

根据前述研究者研究结果, 建筑墙板防水发生渗漏需要同时满足三个条件:

- (1) 墙板存在防水薄弱点;
- (2) 防水薄弱点处有水;
- (3) 水通过防水薄弱点进入墙板并未能排出。

对第一个条件, 我们认为一般建筑墙板的防水薄弱点位置为墙板拼缝(水平、竖向拼缝)、墙板端部(女儿墙处、勒脚处)和墙板洞口。

对第二个条件, 在雨水或其他外部环境产生的浸水条件下, 该条件必然满足。

前两个条件是墙板均存在且不可避免的客观问题。第三个条件分为“水通过防水薄弱点进入墙板”和“未能排出”两个部分, 在墙板防水设计时, 应反

① 作者简介: 宋战辉(1990— ), 男, 汉族, 工程师, 硕士研究生, 研究方向: 变电工建设计。

其道而行之，通过“堵水”和“疏水”的方式以相应解决两个部分的问题。目前，传统建筑（主要指现浇结构）的主流防水设计理念为“堵水”，但对装配式建筑，仅借助耐久性有待验证的防水密封胶进行封堵时，其防水效果并不可靠。因此，笔者认为，对变电站装配式建筑墙板的防水应综合考虑堵水和疏水两种方式。堵水，即通过密封胶及企口构造相结合的方式阻断外部水通过墙板防水薄弱点进入墙板；疏水，即在外围水突破阻断进入墙板后，通过构造方式或其他方式将渗入的外部水及时排出。

墙板堵水和疏水设计所遵循的理论是重力原理和压力平衡原理，总而言之，墙板防水设计的核心思路是使企口构造处空气空腔的压力与墙板外侧压力保持平衡，利用水的重力作用，保证水无法进入墙板内侧，同时，应保证进入墙板的水沿着预设通道排至墙板外侧。

### 1.3 渗漏路径

结合墙板的自身构造和安装方式，其渗漏路径如下：外部水通过防水薄弱点进入墙板内部，通过水平拼缝进入的水沿模块板边框水平凹槽流动，当流至竖向拼缝处时，将沿竖向龙骨与模块板竖向凹槽之间的缝隙向下流动，各层墙板的水将部分滞留于墙板水平凹槽内，部分汇集于底层墙板的缝隙内。当进水量大时，水将充满墙板模块板边框与龙骨之间的缝隙，最终可能突破墙板拼缝渗出墙板。

## 2 墙板防水方案

墙板防水形式有材料防水、构造防水和结构防水（不适合该墙板）三种形式，针对前述防水薄弱点，结合其位置特点，提出相应的防水方案。

### 2.1 拼缝处防水方案

#### 2.1.1 水平拼缝防水方案

目前，常规防水方案仅考虑材料防水。这种单一的防水方式存在以下弊端：

(1) 受密封胶性能影响大。一旦密封胶因老化等原因断裂或脱落，墙板将丧失防水能力。

(2) 受墙板位移影响较大。在风荷载或其他外力作用下，频繁往复的墙板间微小位移错动容易导致密封胶的断裂或脱落，继而影响墙板防水能力。

(3) 维修困难。各个位置的墙板密封胶可能同时发生断裂或脱落，墙板维护困难，无法保障维修期间墙板的防水性能。

基于此，提出墙板水平拼缝防水方案（图1），方案均结合材料防水和构造防水两种方式。

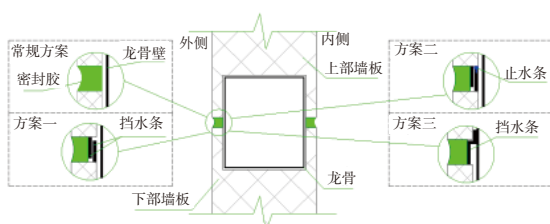


图1 墙板水平拼缝防水方案

#### (1) 方案一

材料防水仍采用密封胶封堵，在密封胶施工工艺

良好且未发生断裂或脱落的情况下，密封胶可阻挡外界水进入墙板内部。在选择密封胶时，需综合考虑密封胶的黏结性、抗位移能力、相容性、耐候性和耐污染性。

墙板最外侧材料防水为第一道防线，构造防水为第二道防线，如图1所示。该方案在墙板模块板的外框设置上下两个挡水条（材质可同模块板外框，与外框一体成型加工），上部模块板的挡水条设在下部模块板挡水条的外侧，两者间留置一定空隙，以保证形成空腔空间并考虑一定的加工及施工误差。外侧挡水条可防止飞溅的外部水进入墙板内部，内侧挡水条可阻断一般外部水进入墙板内部。设置斜向下的排水管，起到排水和保持墙体内部空腔（主要为模块板与龙骨之间的缝隙）气压与外部气压平衡的作用，排水管沿竖向可间隔多层墙板模块板设置，沿水平方向可在钢柱位置处设置，材质宜为硬质，避免因受挤压而造成通道堵塞。墙板靠室内侧的构造防水、材料防水形式与墙板靠室外侧相同，此处为冗余设计。

#### (2) 方案二

该方案材料防水同上述方案一，在方案一的基础上，在靠近龙骨壁的挡水条上设置遇水膨胀止水条，墙板靠室内侧的止水条可根据实际情况设置（冗余设计）或不设置，如图1所示。

#### (3) 方案三

该方案材料防水同上述方案一。在墙板内、外侧水平拼缝处仅设置一个挡水条（设在下部墙板上），所设挡水条顶端伸入上部墙板与龙骨之间缝隙内，如图1所示。

### 2.1.2 竖向拼缝防水方案

目前，常规防水方案仅考虑材料防水，其弊端如前述。基于此，提出墙板竖向拼缝防水方案，如图2所示。

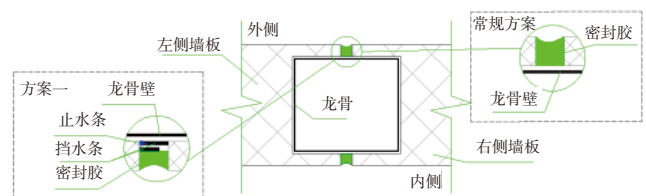


图2 墙板竖向拼缝防水方案

该方案结合材料防水和构造防水两种方式，如图2所示，材料防水同水平拼缝方案一。

墙板外侧设置两个挡水条，在靠近竖向龙骨的挡水条上设置遇水膨胀止水条，墙板内侧构造措施与墙板外侧相同。与目前的墙板竖向拼缝防水方法相比，增加墙板防水的可靠性和冗余度。

### 2.2 端部防水方案

对采用女儿墙的屋面，由于墙板与女儿墙间缝隙、各种构件拼缝渗水等原因容易导致墙板顶部发生渗漏问题；墙板底部容易受外部水、潮气影响，且由前节可知，底部墙板内部容易汇集上部墙板内部的水而形成积水，若此处设置不当，容易造成渗漏。基于此问题，本部分进行相关研究。

### 2.2.1 女儿墙处

对比不同方案,提出墙板顶部与女儿墙衔接的构造方案,如图3所示。该方案中存在墙板与挑檐衔接处的接缝、屋面防水卷材端部与女儿墙衔接处的接缝两处防水薄弱点。女儿墙采用钢筋混凝土现浇结构,设置双向挑檐并设滴水槽,挑檐可避免外部水对拼缝处密封胶的直接冲刷,避免防水卷材及墙板因收口处破坏而导致的屋面防水渗漏、墙板防水渗漏等问题。

该方案可保证墙板防水的可靠性,但应加强密封胶是否脱落的日常巡检工作。同时,该方案可避免屋面发生防水渗漏的问题。

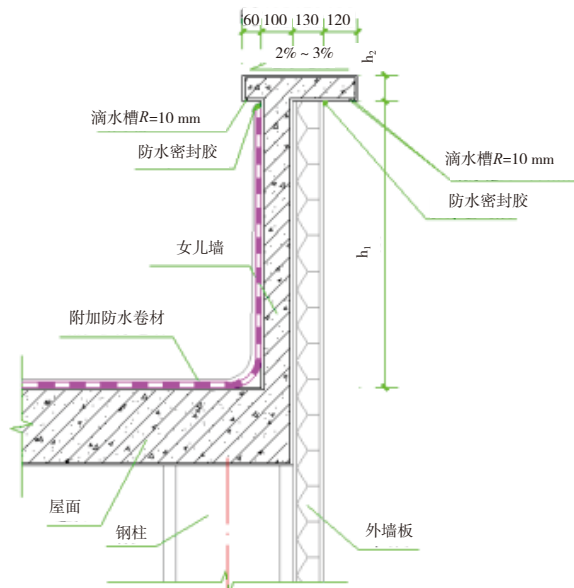


图3 墙板与女儿墙衔接防水方案

### 2.2.2 勒脚处

墙板安装时,需在底层墙板下方设置一道水平龙骨。基于墙板自身结构特点、安装特点,提出勒脚处防水方案,如图4所示。将底层水平龙骨设置于低于室内地面的位置,在上翻梁与墙板间预留一定高度空间采用防水砂浆砌筑,沿龙骨长度方向设置通长的排水空腔,该排水空腔设坡向外侧的斜坡,在斜坡坡底设排水管,排水管穿过上翻梁排至场地碎石中,排水管沿水平龙骨长度方向,在每个竖向龙骨位置处或间隔一个竖向龙骨位置处设置。

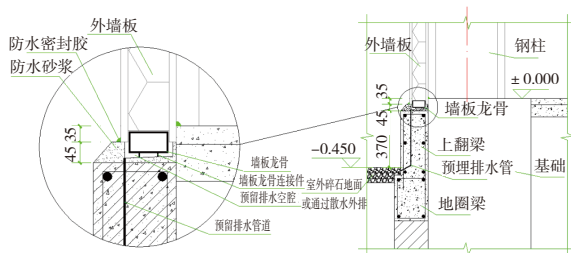


图4 勒脚处墙板防水方案

## 2.3 洞口处防水研究

目前,墙板洞口处多采用常规边框进行包边处理,防水渗漏多发生在洞口边框与门窗衔接处及洞口边框与墙板衔接处,其中前者受门窗安装工艺影响,

后者可在墙板设计阶段综合考虑。

基于此,提出如图5所示的墙板洞口处防水方案。在洞口周边均设置龙骨,以方便洞口周边墙板的固定,防止因墙板变形过大导致渗漏水问题。对洞口周边采用金属折弯件包覆,折弯件突出内、外侧墙面一定距离,以起到遮雨和方便防水密封胶施工的作用。在洞口上侧金属折弯件上设置滴水槽,在洞口下侧可设置微小的凸平台;洞口左右侧参照图示方法设金属折弯件(不设凸台)。在墙板与金属折弯件连接处采用防水密封胶进行封堵。墙板洞口处采用该防水方案,可保证墙板防水的可靠性。

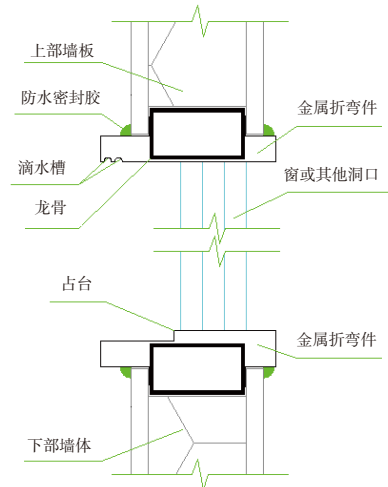


图5 洞口处墙板防水方案

## 3 结束语

本文介绍了应用前景较好的一体化纤维水泥复合墙板的基本构造和特点,分析了墙板防水的理论,总结了墙板发生渗漏水因素,明确其防水薄弱点。在此基础上,采用材料防水与构造防水相结合的方式,提出相应的防水方案,以增强墙板防水的可靠性和安全冗余度,保证变电站和电网安全稳定运行。

### 参考文献

- [1] 邢敏.钢结构住宅墙体材料及构造技术的研究[D].成都:西南交通大学,2011.
- [2] 杨霞.预制装配式建筑混凝土板接缝用密封胶性能研究[J].中国建筑防水,2012(9):11-14.
- [3] 张喆.预制装配式建筑外墙防水构造及施工要点[J].中华建设,2015(4):120-121.
- [4] 邓凯.某装配式建筑外墙防水设计及节点构造处理[J].中国建筑防水,2016(24):15-17.
- [5] 杨霞,仲小亮.预制装配式建筑外墙防水密封现状及存在的问题[J].中国建筑防水,2016(12):16-18.
- [6] 王长俊,毛广强,李光凯,等.变电站用具有防水结构的外墙板:CN201610344535.X[P].2016-09-21.
- [7] 刘和鑫,王睿,张建民.装配式单层无保温外墙板接缝防水分析及改进措施研究[J].中国建筑防水,2019(1):33-38.
- [8] 吴小竣,王建军,梁海生,等.一种变电站预制外墙板的防水结构:CN201610016929.2[P].2016-04-13.