

天津某药厂项目洁净厂房建筑防虫施工要点浅析

肖佩林

鹿岛建设（中国）有限公司，上海，200050；

摘要：本文总结探讨了天津某外资药物生产基地主厂房建筑施工过程中的一些建筑防虫要求技术要点。可为类似工程提供参考和借鉴。

关键词：药厂；防虫；封堵；收边

DOI：10.69979/3029-2727.25.03.022

前言

随着国民经济的发展，民众对食物，药品等方面的卫生安全要求的重视程度也在不断提高。我国对药品产业各环节全面深入推广和实施 GMP 的相关要求，使药品洁净厂房的设计施工过程中，对建筑物的防虫性能也提出了更高的要求。防虫要求需要通过从设计施工到设施运营施工的全过程采取措施来进行保证。除了对一般性的虫害采取措施进行预防外，还需要针对本地区的虫害特点采取专门性的对策。本文结合某药厂施工中实际采用的防虫相关施工要点，对在建筑的设计施工过程中一般性的防虫施工管理技术进行提炼汇总。

1 工程概况

本项目投资总额约 3 亿 2 千万元。是该企业在中国的集研发、生产、仓储于一体的现代化药物产业基地的第三期工程，该国国内药物需求日益增长，即使通过一期，二期工程的产能扩建，仍有较大缺口，因此三期工程也紧接第二期工程开始进行开发施工。第三期工程建筑总面积 25661.25 m²，由四栋单体（第三厂房兼质管楼，第三厂房仓库，动力排水处理站，垃圾站 2）及其他附属设施组成。本文以第三厂房兼质管楼的施工过程为对象，介绍各主要阶段施工中建筑施工方面需要注意的防虫性能要求。第三厂房兼质管楼为四层混凝土结构建筑，层高 5.3m，长约 65.5m，宽约 44m。主体结构可分为厂房区域，品质管理栋区域，连廊区域，通过连廊将厂房区域和临近的第三厂房仓库栋相连，三个区域均为独立桩基础结构，基础承台在结构上相互完全断开，没有地坪梁相连，结构断开处设置伸缩缝。第三厂房外墙采用三明治夹心外墙板，内墙采用拼装式洁净墙板体和砌筑墙体。

2 主体施工过程中的防虫要点

该单体为混凝土结构，相比于传统木结构，建筑材

料较难发生虫害，特别是白蚁的虫害。但反过来说，如果混凝土建筑中出现适宜虫害生长繁衍的条件，则也会导致虫害的发生。混凝土结构施工所使用的材料大多数是无法为虫害的长生提供条件的，但唯独模板作为由树木这种有机物直接加工而成的建筑辅料，是最有可能导致后期虫害隐患的因素。而模板工程的工程量大，从地下基础结构到屋面女儿墙，几乎贯穿于建筑主体结构施工的整个过程，模板的使用无处不在，因此在主体结构的施工管理中需着重对模板施工进行管理，建筑结构上及附近土壤中不能有模板材料的残留。此项管理需要在基础施工阶段就要开始进行，对在基础施工中所使用的模板和木方，需要严格监督拆除，并清理出基坑。废料需要集中到模板回收堆场统一清运出场，可以利用的部分则集中到加工厂进行二次利用。回土前需严格检查，确保所有木制品均清理出基坑后方可回填。在上部主体结构施工中，需要重点关注梁板柱交界处模板的清理，严格按照先拆模后拆支撑脚手架的施工顺序进行施工，只有这样才能为阴角处等拆模困难的部位提供拆模施工的条件。后期支撑脚手架拆除完毕，内部隔墙施工前，也需要对每层每跨进行全数检查，发现有遗漏的木屑和附着的模板碎屑，要在进入二次结构施工前进行处理，处理完成后才能进入下一阶段施工。

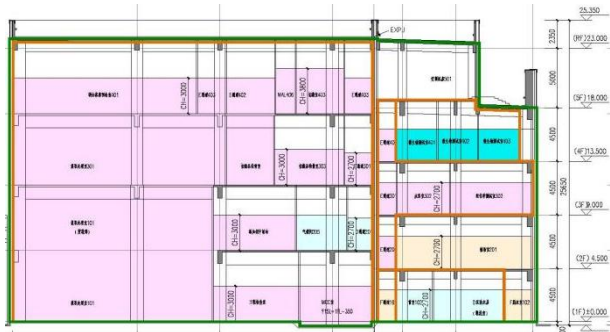
3 防虫结界

该药物产业基地的防虫设计中使用了防虫结界的概念，即通过外墙围护结构（外墙板，外门窗等）和内墙围护结构（墙壁，踢脚等）形成内外两道防止虫害进入的屏障，保证内部洁净空间形成的最基本条件。图（一），图（二）中绿色封闭线条为第一道防虫结界（以后表示为“第一道结界”），由地坪楼板，外墙板，屋面楼板在空间上形成连续封闭的“外壳”。橘黄色封闭线条为第二道防虫结界（以后表示为“第二道结界”），根据室内洁净度要求，通过各楼层板和楼层板间通高的

墙体将对洁净度有 E 及以上等级要求的空间在外墙板的内侧形成另外一道封闭的“外壳”。第二道结界和第一道结界的设置形状不完全一致,第一道结界由外墙维护系统形成,与其形状一致。第二道结界则根据室内洁净度需求,对相应洁净区域进行封闭,第二道结界形状和洁净区域外围轮廓形状一致。图中红色,蓝色,黄色区域为洁净度要求 E 级以上的区域。为了保证防虫结界的完全封闭,不留供虫害进入的空间,在节点处,贯穿部位等任何有缝隙形成的情况,在设计时都需要考虑方法进行封堵,并在施工时严格落实。



图一 第三厂房兼质管楼防虫结界平面图

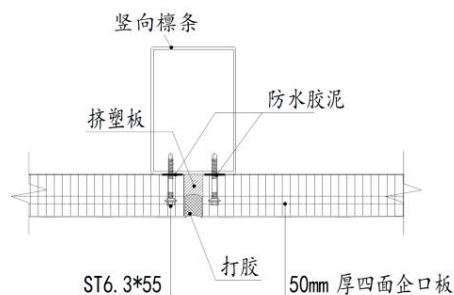


图二 第三厂房兼质管楼防虫结界剖面图

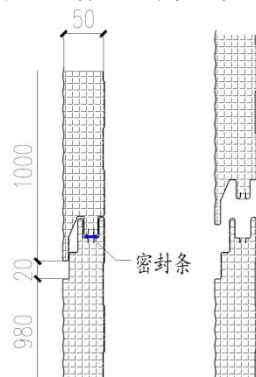
4 外墙围护结构中的防虫要点

外墙维护结构作为第一道防虫结界,直接和室外环境接触,封堵方式除了保证能确实达到封堵效果外,还必须考虑耐久性能。首先,在外墙结构材料的选择上,使用了三明治板外墙结构,标准件尺寸长 3m,宽 1m,由 0.5mm 钢板包裹 50mm 厚岩棉芯材制成,外层钢板表面附着有镀镁铝锌镀层,起到美观耐用抗腐蚀的作用。外墙板通过机器折弯加工而成,加工灵活,形状牢固稳定,板之间拼缝处能形成尺寸统一的胶缝,以便后期打胶封堵施工。胶缝封堵时所使用的胶也需要考虑耐候性和凝固后的伸缩性等性能,保证在长时间接触外部环境的情况下也能保证打胶材料的韧性,不会轻易开裂或脱胶。外墙板施工时,墙板两端分别固定在两根 150mm*1

00mm 竖向外墙檩条上,每根檩条上左右两块外墙板之间留出约 2cm 宽缝隙,上下对其,在外墙最下端台度板和最上方女儿墙金属压顶之间形成一条连续的竖向胶缝。外墙板与檩条接触部分之间涂抹防水胶泥,安装固定时压实,胶缝内一半空间填塞挤塑板作为衬底后,竖向胶缝内全部打胶填满。而横向板缝的密封通过上下板拼装施工时在衔接凹槽内放入海绵条并在海绵条上下表面打上密封胶,拼装压实时海绵条被压缩,将上下墙壁对接接触面之间的缝隙完全填充饱满,而密封胶能封堵所有剩余细小缝隙。在建筑物的阴角阳角转角处,使用特制的阴角板和阳角板,避免了因为阴阳角对接拼缝产生的大量缝隙。但由于在加工弯折过程中阴阳角处材料受到弯折变形,上下板拼接部位本身因为形状加工已经做出多次弯折,再次进行 90 度阴阳角弯折受力时,拼接处会有出现细小破损的可能,而可能出现的表面破损就会为虫害进入提供空间,为了最大程度上保证密封,在阴阳角的横向板缝也会打胶封死,并在墙板内侧加装衬板。



图三 外墙板竖向胶缝节点图



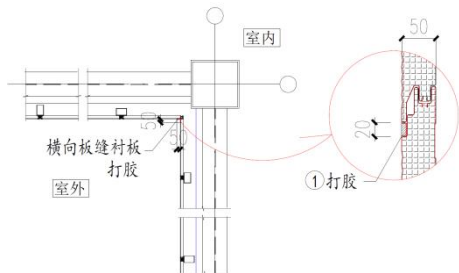
图四 外墙板上下拼接处节点图



图五 外墙板竖向胶缝施工实例

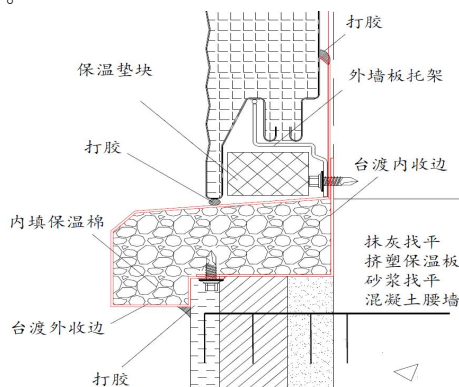


图六 外墙板阳角胶缝施工实例



图七 外墙板阴角胶缝节点图

最下层外墙板下端和台度之间的缝隙也需要全部打胶封死，台度下口和混凝土腰墙之间外表面之间，虽然设计图中没有表现出任何缝隙，但实际施工时也会产生开裂，甚至因为腰墙找平层等的施工误差，导致台度下口会产生较宽的缝隙，因此在设计时就考虑到了这些隐患，在该位置提前安排了打胶封堵的设计。这样就彻底避免了虫害从外墙板与台度之间，台度与混凝土腰墙之间进入到室内的可能。在外墙最上端的女儿墙金属压顶上，除了压顶板与压顶板之间留出了 20mm 宽胶缝外，压顶板内外侧也同样预留出 20mm 宽胶缝，对压顶板和三明治外墙板以及女儿墙内侧抹灰层之间缝隙进行彻底封堵。



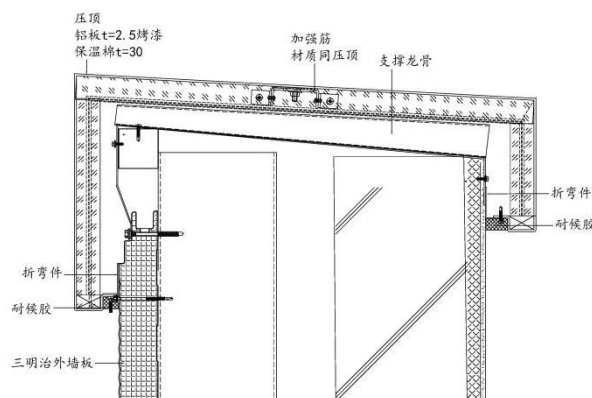
图八 外墙台度节点图



图九 外墙台度上口胶缝施工实例



图十 外墙台度下口胶缝施工实例

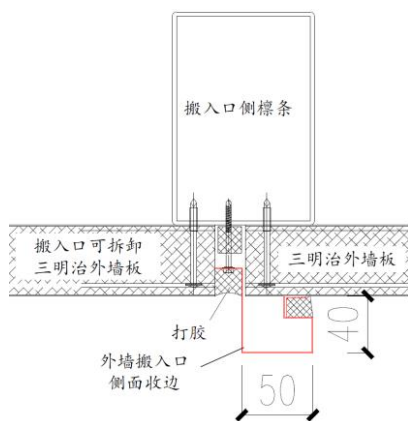


图十一 外墙压顶板节点图

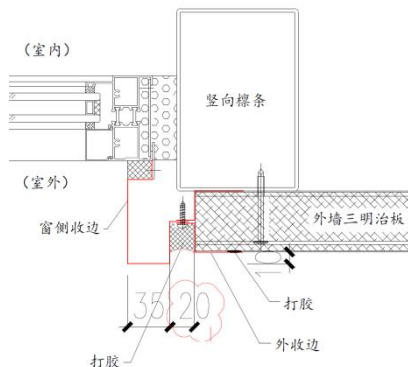


图十二 外墙压顶板内侧胶缝施工实例

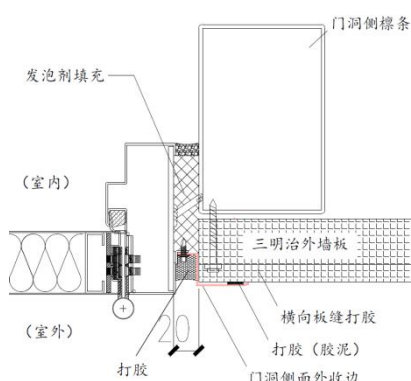
在外墙上的门窗洞口，为了生产设备进入而在外墙板上设置的搬入口，以及设备管道贯穿部洞口都采用相似的收边处理方式，使收边节点设计，施工规范化，施工质量更加可靠。此类洞口的收边设计思路是，收边件对洞口周边外墙板和洞口内部的门框，窗框等成品构件之间的缝隙进行封堵。而收边件与外墙板或成品构件的连接处必须封堵严密，因此将连接处设置成胶缝。由于外墙板的相和洞口内部件的相对位置各不同，在考虑外观效果的同时，通过收边件来调整胶缝的位置，形成可靠且方便施工的胶缝，确保打胶封堵的可靠性。所有的连接处都设置了 2cm 宽的胶缝，使打胶施工可视化，方便施工中以及后期运营维保过程中的检查，也通过胶缝覆盖住了收边件和外墙板，收边件和门窗框等部件之间形成的微小缝隙。进行设备管道的贯通处理时，会有多根并排的管道同时贯穿外墙板的情况，为确保管道与管道之间的空间也有密封严密，需根据现场情况实测加工封堵盖板对此类设备洞口进行封堵。



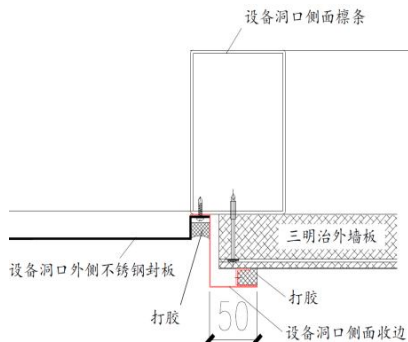
图十三 外墙搬入口侧面收边节点图



图十四 外墙窗洞口侧面收边节点图



图十五 外墙门洞口侧面收边节点图



图十六 外墙设备管道洞口侧面收边节点图



图十七 外墙窗洞口侧面收边施工实例

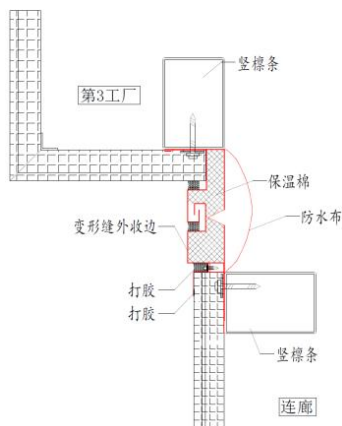


图十八 外墙门洞口侧面收边施工实例

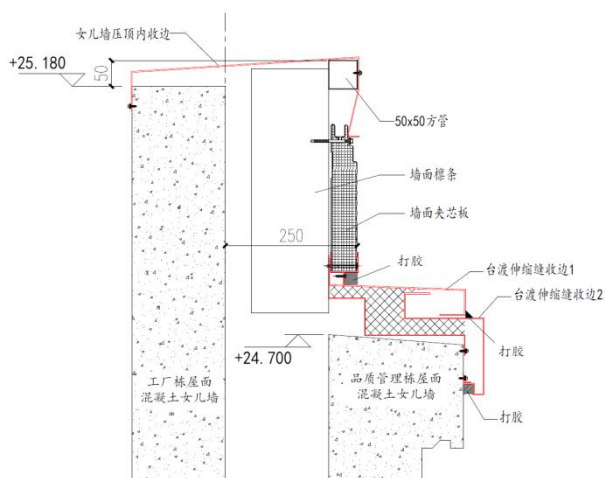


图十九 外墙设备管道洞口侧面收边施工实例

外墙上的伸缩缝也是防虫封堵施工的重点。由于主体结构中，厂房区域，品质管理栋区域，连廊区域完全独立断开，因此在外墙板上需要设置伸缩缝进行处理。伸缩缝的设置既要提供建筑物在温度，沉降，地震等因素作用下变形的空间，又要保证虫害不会从伸缩缝的空隙中侵入。因此伸缩缝的设计思路还是使胶缝可视化，在保证打胶的合理宽度，确保施工质量的同时，使在今后运营维保过程中能比较容易的发现胶缝开裂的地方，及时采取对应措施。而伸缩缝收边件则仅采取一端固定的方式，确保在发生形变时，仅发生胶缝处的断裂而不会破坏收边件本身。以连廊和工厂栋区域伸缩缝侧面收边和工厂栋区域，品质管理栋区域屋面伸缩缝为例，虽然根据具体部位形状不同，收边件具体的加工形状有所不同，但可以看到都是由三块收边件组合而成，外面两块收边件相互搭接，形成胶缝，作为第一道封堵。背后一块作为衬底，作为第二道封堵，衬底收边件折弯加工成波浪形，在形变过程中，波浪形会提供足够的伸缩形变量使收边件不会被破坏。



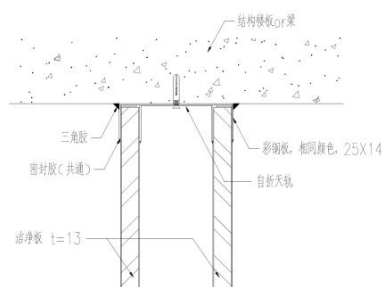
图二十 外墙连廊伸缩缝节点图



图二十一 厂房区域与品质管理栋区域屋面女儿墙伸缩缝节点图

5 内墙围护结构中的防虫要点

本单体使用的内墙围护结构有拼装式洁净板墙和砌筑墙体两类，作为第二道结界的墙体时，均需要直接和上下结构楼板或结构梁底直接相连。洁净板墙体直接将天轨设置到上层楼板底部或结构梁底部，洁净板和混凝土结构直接接触，而地轨则设置在混凝土导墙上，洁净板和踢脚线相接。由于洁净板本身为成品，洁净板相互之间有成形的胶缝，施工中将板缝全部打胶封死，保证密封。需要注意的是在洁净板通高墙转角处，先要对洁净板对拼的阴角处从上到下通长打胶，并采用3cm宽L形彩钢板折件粘牢压实，再对弯折件两侧打胶密封。在洁净室内，洁净板天花和洁净板之间阴角也需要先打胶封堵后再安装圆弧并打胶。洁净板和上层楼板底部交界处，也需要对交界缝隙打胶封死。由于混凝土施工时导致的楼板底模变形，洁净板和结构楼板底缝隙较大时，需要采用24mm*14mm宽L形彩钢板收边条封堵缝隙后再对收边条和楼板交接阴角处进行打胶封堵，收边条下口和洁净板表面的交界处也需要打胶封死。

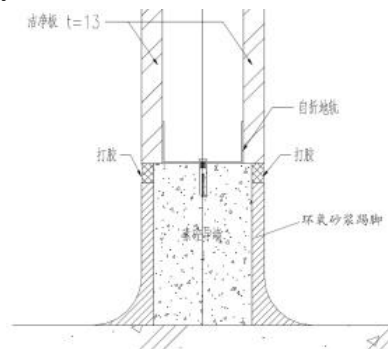


图二十二 通高洁净板顶部节点图



图二十三 通高洁净板顶部封堵施工实例

由于业主生产工艺的需要，需要在房间内使用大量的水来进行生产容器的清洗，一般的洁净板墙体系直接将地轨设置在结构楼板或方钢上的做法，无法保证水不会渗漏到墙体里。因此本次工程项目中采用在楼板上浇筑100mm高混凝土导墙后，洁净板地轨在导墙顶面设置的方式来布置洁净板。通过环氧地面施工时踢脚上翻的方法来阻止水的四散流动。由于导墙的施工精度控制较为困难，即使在施工过程中进行了严格的管理，但在长度方向有65m跨度的楼层面上，也无法做到完全一致，局部也会有标高参差不齐的现象。因此洁净板下口和导墙之间的缝隙大小也参差不齐，过大或者过小的缝隙都无法保证打胶的密封性能。通过将导墙施工宽度调整为比洁净板墙宽度略小的办法，使洁净板安装完成后突出导墙侧面，再通过环氧砂浆进行塑形，使最终踢脚的完成面和洁净板平齐。在踢脚环氧砂浆塑形时沿洁净板下口嵌入成品橡胶条，做出1cm宽的胶缝。这样就将胶缝从洁净板底面转移到到洁净板侧面，并形成统一的胶缝宽度，取得了良好的施工性，确保了洁净板底口打胶封堵的质量。



图二十四 洁净板底部导墙节点图

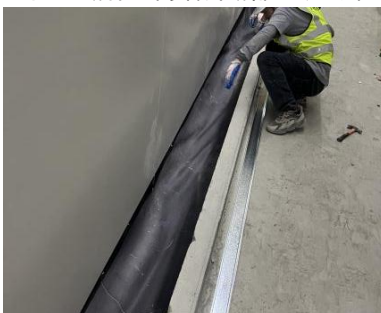


图二十五 洁净板底部导墙施工实例

在洁净度 G 区对洁净度要求较低，G 区的墙体均采用砌筑墙。由于室内洁净度划分的关系，部分洁净度 G 区和 E 区相邻，通高砌筑墙体则需要发挥防虫功效。在砌体墙体的施工过程中，需要对切块之间砂浆的填充率进行严格管理，务必保证所有砖缝填充饱满。为进一步保证砌块之间无缝隙，G 区一侧对墙体进行全面抹灰和墙面涂料施工，封死所有细小缝隙。对于墙体中构造梁，结构楼板底的斜切部分，会因为砌体墙整体的沉降等因素，使斜砌砌块产生松动，周围砂浆开裂。因此在 E 区一侧对斜砌部分进行防虫布的二次封堵加固。防虫布将斜砌范围完全覆盖后在防虫布外缘一圈打胶粘牢，打胶需饱满，在四周用 U 形龙骨压实固定后能看到多余胶溢出为宜。在分隔品质管理栋区域和厂房区域的一楼地坪伸缩缝的防虫措施中，也同样需要对楼板上断开的施工缝进行防虫布的封堵。由于伸缩缝在两个区域的墙体夹层里，需要在墙体施工时同步进行防虫布的设置。将通长防虫布和导墙接触面打胶粘牢，两边分别用洁净板墙地轨压实，螺丝从地轨上打入导墙中，进一步压实防虫布

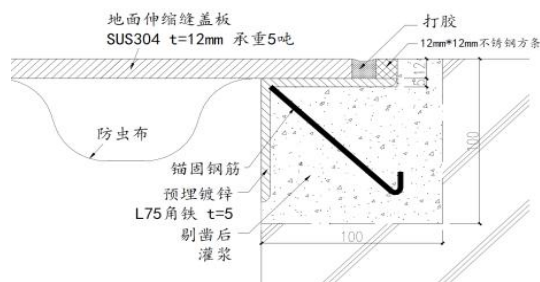


图二十六 砌体通高墙斜砌部分防虫布封堵



图二十七 厂房区域与品质管理栋区域一层楼板伸缩缝防虫封堵

在连廊和厂房区域的室内伸缩缝处理时，由于有自动搬运叉车的通行需求，需要在考虑防虫性能的前提下确保伸缩缝盖板的平整度和强度。通过在伸缩缝两端混凝土楼板内预埋角钢及不锈钢方条作为伸缩缝盖板和混凝土结构的分隔，沿不锈钢条设置约 1cm 宽胶缝，即确保了伸缩缝盖板在建筑形变时的活动空间，又能通过胶缝将盖板下防虫布和角钢的缝隙彻底封堵。对于墙面和天花板上的伸缩缝盖板，由于没有承重需求，采用普通铝合金盖板，安装完成后对盖板和盖板压条，盖板压条和洁净板，以及盖板转角处的缝隙全部进行打胶封堵处理。



图二十八 连廊伸缩缝地面盖板节点图



图二十九 连廊伸缩缝地面盖板施工实例

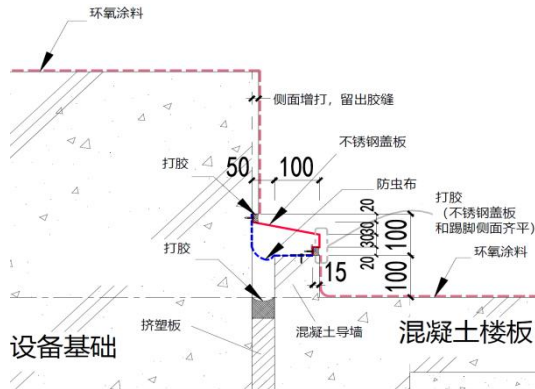


图三十 连廊伸缩缝墙面盖板施工实例

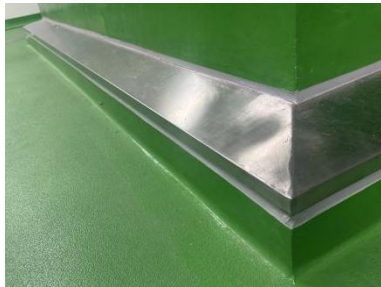
6 特殊节点处的防虫处理

本次工程中有些在生产运行过程中会产生较大振动的生产设备，因此在结构设计阶段就对承载这个设备的混凝土基础进行了单独的设计，使用完全独立的桩基础承载这个设备的重量，并且设备基础和二楼楼板结构也完全断开，避免振动对周边结构和设施产生影响。设备基础和二楼楼板断开处成为防虫的薄弱点，需要专门进行处理。在设备基础周围浇筑 100mm 高混凝土导墙，将不锈钢盖板一端固定在设备基础侧面凹槽内，防虫布设

置于盖板内部，留出伸缩余量后把防虫布在基础侧面和导墙顶端打胶粘牢后压实固定，最后在基础侧面和导墙顶端预留的胶缝内打胶封堵。此处的对应方式还是基于盖板和防虫布的双重封堵，通过设置在设备基础，不锈钢盖板，以及混凝土导墙交接处的胶缝完全阻隔虫害进入的空间。



图三十一 设备基础周边防虫封堵节点图



图三十二 设备基础周边防虫封堵（一）



图三十三 设备基础周边防虫封堵（二）

7 结束语（总结）

建筑物的虫害防治贯穿于建筑物的整个生命周期。施工阶段就引入对于防虫的设计和施工考虑会大大提高后期运营过程中的虫害防治工作的效率。在对有防虫要求的建筑的施工过程中，使用防虫结界的概念，可以帮助梳理出需要采取防虫措施的各处节点位置而不会遗漏，从整体上指导设计和施工。对梳理出来的需要进行防虫措施深化的节点，需要结合实际施工情况考虑，找出潜在的虫害可以进入的缝隙，通过节点收边的放大处理使原本细微的缝隙可视化，再对已经可视化的缝隙进行封堵处理，只有这样才能最大程度保证打胶封堵的可靠性。在防虫节点的施工管理中，需要现场管理人员不断向现场施工人员强调和灌输确保防虫功能的重要性，施工管理人员本身也需要深刻理解设计者的意图，对节点的每一步施工都做到严格管理，并对每一步的施工情况的检查进行记录留底，达成现场 PDCA 的闭环。而在后期运营过程中，针对已经可视化的防虫节点进行重点检查和维护，确保防虫功能长期有效。只有这样才能真正达成设计意图，满足业主对建筑物的使用要求。

参考文献

- [1] 杨树江, 郑佑甫, 董榕贵. 基于食品工厂前提方案的综合虫害管理研究[J]. 现代食品. 2023, 29(01), 34-38
- [2] 黄霞, 汪和明. 乳粉工厂虫害防治管理[J]. 食品安全导刊. 2021(12), 42-43
- [3] 王思忠, 曾小虎, 李宁, 陈文, 杨文锋. 房屋建筑内在因素对其白蚁危害的影响研究[J]. 生物灾害科学. 2019, 42(1), 51-55