洁净厂房承重型楼地面变形缝盖板安装施工技术与质量控制研究

孟令文

中国电子系统工程第二建设有限公司　江苏　无锡　214000

摘　要：随在工业洁净厂房建设中，楼地面变形缝是衔接建筑结构变形与使用功能的关键节点，需同时满足结构伸缩沉降适配、重载通行、洁净密封、防水防火等多重性能要求。传统后浇带做法存在变形功能弱化、施工工序复杂、洁净度管控难度大等不足，金属卡锁型承重型变形缝盖板已成为洁净厂房地面变形节点的主流解决方案。本文结合上海某先进半导体改造项目工程实践，阐述了楼地面变形缝的设置原则与构造体系，分析了洁净环境下变形缝盖板安装的核心重难点，系统介绍了从槽口处理、止水带铺贴、基座安装到盖板收边的全流程施工工艺，并明确了基于国家图集与行业标准的质量验收控制要点。工程应用表明，该施工工艺可有效保障变形缝的平整性、密封性与耐久性，满足洁净厂房重载通行与洁净管控要求，可为同类工业建筑变形缝装置施工提供技术参考。

关键词：洁净厂房；楼地面变形缝；承重型盖板；卡锁式构造

引言

随着现代工业建筑向大跨度、大体量方向发展，温度胀缩、地基不均匀沉降、地震作用等因素引发的结构变形风险持续凸显。为避免结构开裂破坏，建筑设计中通常预留贯穿式变形缝，将建筑划分为可独立变形的结构单元[1]。传统后浇带做法虽可临时解决施工阶段的变形问题，但会弱化变形缝的自由伸缩功能，且涉及钢筋绑扎、混凝土浇筑等多道工序，施工周期长、成本高，在洁净厂房场景下还易引发粉尘污染，难以适配高洁净环境的管控要求。

变形缝盖板装置作为集结构适配、功能防护、装饰收口于一体的标准化构件，可在保障变形功能的前提下，实现地面的平整过渡与密封防护。在半导体、电子制造等洁净厂房中，楼地面变形缝不仅要承受重型设备转运荷载，还需满足洁净密封、防水、防火等特殊性能要求，施工精度与质量管控标准显著高于普通民用建筑。

本文结合上海某先进半导体改造项目 FAB 栋走廊变形缝盖板安装工程，针对承重型金属卡锁式变形缝的构造特点与施工要求展开系统研究，总结形成适配洁净厂房环境的标准化施工工艺与质量管控体系，为同类工程提供技术参考。

1 变形缝构造体系

上海某先进半导体改造项目中，FAB12 栋公共走廊区域设置楼地面变形缝。该区域为生产区设备转运与人员通行的核心动线，日常需承受重型生产设备搬运荷载，同时需满足洁净厂房地面平整度、密闭性、防水防火等性能指标。项目采用金属卡锁型承重型楼地面变形缝盖板装置，兼顾结构变形适配、重载通行与洁净密封多重需求。

1.1 变形缝功能分类与设置原则

变形缝按设计功能分为伸缩缝、沉降缝、抗震缝三类，分别对应温度应力变形、地基不均匀沉降、地震水平位移三类工况，通过将基础以上建筑构件全部分隔，使各单元可独立自由变形，从源头避免结构开裂破坏。

楼地面变形缝的设置主要对应三类典型场景：

建筑长度超限：框架结构总长超过 55m、剪力墙结构总长超过 45m 时；

结构荷载差异大：建筑平面复杂、地基土质不均，或相邻区段高度、荷载、结构形式差异显著，基础埋深相差悬殊时；

结构形式突变：建筑内部结构类型变化较大的双墙交接部位。

1.2 变形缝盖板构造体系

1.2.1 核心构造组成

项目采用金属卡锁型变形缝装置，由铝合金基座、不锈钢中心盖板、不锈钢滑杆、弹性橡胶嵌条、专用密封胶条五大核心构件组成。盖板通过不锈钢滑杆与两侧基座形成活动连接，当主体结构发生水平伸缩或沉降位移时，金属盖板可随结构位移自适应滑动，始终保持在缝宽中心位置，且表面与周边装饰层齐平，可适配 50~500mm 范围内的缝宽需求。

1.2.2 装置形式与适用场景

根据变形缝两侧基面形态与使用需求，装置分为平面型与转角 L 型两类（图 1）：

平面型：适用于两侧安装结构面处于同一标高的场景。重型设备搬运通道采用 10mm 厚不锈钢盖板以保障承载能力，普通人员与轻型设备通道采用 4~5mm 厚盖板即可满足使用要求。

转角 L 型：适用于两侧结构面相互垂直、或存在较大高差、平面型装置无法安装的部位，以缝隙封堵与建筑美观为主要功能，一般采用 2.0mm 厚不锈钢板封堵[2]（图下 1 所示）。

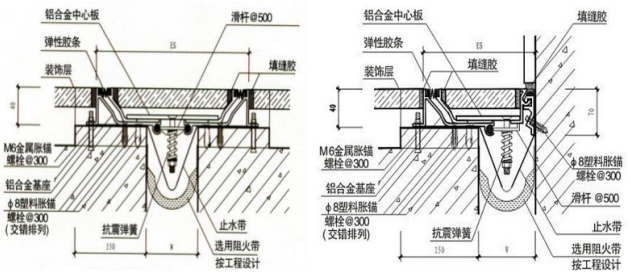


图 1 平面型伸缩缝盖板（左）与转角 L 型伸缩缝盖板（右）

1.2.3 功能填充材料

为满足建筑防水、防火等性能要求，缝内配置对应功能填充材料，形成完整的功能防护体系：

止水带：采用 1.5mm 厚三元乙丙橡胶防水片材，具备优异的耐老化、耐酸碱、抗腐蚀性能，高低温适用范围可达-40℃~160℃，拉伸变形适配性强，正常使用寿命可达 35 年。长度方向采用专用搭接胶粘接，搭接长度不小于 10cm，保障防水连续性。

阻火带：采用两层不锈钢衬板中间夹硅酸铝耐火纤维毡的复合结构。硅酸铝耐火纤维毡为无机耐火材料，具有低热容量、低热导率、优异的热稳定性与抗拉强度，可满足 1~4 小时的耐火极限要求，同时兼具保温与吸声功能。

2 洁净环境下施工重难点分析

2.1 洁净环境管控难度大

洁净厂房对环境颗粒度有严格分级要求，而变形缝施工涉及切割、钻孔、打磨等多道产尘工序，若防护不当极易造成周边洁净区域颗粒度超标。同时施工完成后缝隙密封质量直接影响地面洁净密闭性，缝隙渗漏、积尘会破坏洁净环境的一致性，增加后续运维清洁难度[3]。

2.2 基面精度要求高

变形缝盖板的安装效果高度依赖槽口基面的施工质量。槽口两侧基面平整度不足、整体直线度偏差过大，会导致基座安装翘曲、盖板与地面出现高低错台，既影响重型设备搬运的平顺性，也会形成积尘缝隙，破坏地面整体美观与洁净密封效果。

2.3 多工序协同精度控制难

施工涵盖基面处理、止水带铺贴、基座固定、滑杆调节、防火填充、盖板安装、密封收边等多道工序，各工序精度环环相扣。基座标高控制偏差会直接导致盖板与装饰面错台；滑杆安装间距与同心度偏差会影响盖板的滑动变形能力，甚至造成卡滞失效；止水带搭接与粘贴质量直接决定防水性能，多工序的精度协同控制是施工核心难点。

2.4 功能节点质量保障要求高

防水、防火是变形缝的核心功能，也是建筑整体防护体系的薄弱环节。止水带粘贴不密实、搭接不牢固易形成渗漏通道；阻火带填充不饱满、与结构衔接不紧密会形成防火断点，导致变形缝成为建筑防水、防火体系的短板，直接影响建筑整体防护等级。

3 承重型变形缝盖板关键施工工艺

3.1 总体施工流程

施工遵循“先基层处理、后功能层施工、再装置安装、最后密封收边”的原则，总体施工流程为：施工准备 → 槽口清理与基面修整 → 止水带铺贴 → 铝合金基座安装固定 → 滑杆与中心板安装 → 防火填充料铺设 → 面层盖板安装 → 密封打胶与场地清理 → 竣工验收。

3.2 槽口预留与基面处理

按设计要求修整槽口形态，确保槽口尺寸与装置规格匹配。预摆放铝合金基座，控制基座上平面低于地坪完成面，具体差值根据地面装饰层厚度确定，保障最终盖板表面与装饰面齐平。

彻底清除变形缝内部及缝边杂物、浮灰、凸起颗粒，保证安装基面平整光洁。采用激光仪校正整条变形缝的直线度，确保槽口两侧安装基面与地坪处于同一平面，平整度偏差控制在规范允许范围内。

3.3 止水带铺贴施工

再次清理安装基面，按设计尺寸弹出盖板边框线与固定件间距线，同步标注止水带贴合定位线，控制止水带与每侧基面贴合宽度不小于 120mm，向缝两侧各延伸 65mm。

在基面与止水带贴合面均匀涂刷基层胶，待胶层干燥至不粘手时进行贴合，采用压辊由中间向两侧滚压密实，排除内部气泡，保证粘贴平整牢固。

止水带纵向连接采用专用搭接胶对接，搭接长度控制在 10cm 左右；搭接部位同样涂刷基层胶，干燥后贴合压实，确保接缝防水连续。端部采用弯折成型的不锈钢压条固定于伸缩缝两侧，强化止水带端部固定与收口美观性。

3.4 铝合金基座安装

预摆铝合金基座，将基座螺栓孔位置准确标记到安

装基面上，确保孔位排布均匀、间距一致。

按标记点位钻孔，内侧孔安装 Φ8 塑料膨胀管，外侧孔安装金属膨胀螺栓。

复位铝合金基座，内侧拧入 M5 圆头自攻螺钉，外侧拧紧 M6 螺帽；基座沿缝长方向每 300mm 设置一处固定点，同步固定中轴控制杆（如下图 2 所示）。

全程采用水平尺控制基座安装标高，确保盖板安装完成后与地面装饰层标高一致，无高低错台。利用基准通线控制基座整体直线度，保证后续盖板安装顺直平整。



图 2 铝合金基座安装

3.5 滑杆、中心板与功能填充施工

预摆铝合金中心板，在基座上标记滑杆安装位置，按标记均匀布设不锈钢滑杆，滑杆间距控制为 500mm。

就位铝合金中心板，拧紧滑杆连接螺丝，调整中心板位置，保证板缝接头对齐平整，滑动顺畅无卡滞。

铝合金盖板现场截断采用钢锯切割，断面用铝合金锉刀修平去毛刺，避免影响密封效果与外观质量。

安装弹性胶条，缝内填充硅酸铝耐火纤维毡等防火堵料，填充饱满密实，与两侧结构衔接紧密，保障防火性能连续无断点。

3.6 面层盖板安装与密封收边

再次清理变形缝内杂物与灰尘，确保内部洁净无残留。在中轴控制杆处安装固定螺丝，将不锈钢面层盖板从一端向另一端逐步固定，全程跟踪控制盖板直线度与表面平整度。

盖板安装完成后，在盖板与地面装饰层接缝处打密封胶嵌缝，胶缝顺直均匀、表面光滑，保证地面整体密封性，防止液体与粉尘渗入缝内。

施工完毕后全面清理作业面，移除临时防护与防尘设施，恢复周边环境整洁，配合洁净度检测确认。

4 质量控制要点与验收标准

4.1 施工过程质量控制点

基面质量控制：严格管控槽口两侧基面的平整度与整体直线度，基面缺陷提前修补处理，验收不合格不得进入下道工序。

下料精度控制：所有盖板与构件下料前必须进行现场实测实量，按实际尺寸定制加工，避免理论尺寸与现场偏差导致安装失效。

工序顺序管控：严格遵循止水带、防火层、基座、盖板的先后施工顺序，严禁颠倒工序影响功能层施工质量。

洁净环境管控：产尘作业采取围挡与吸尘措施，施工全程保持作业面清洁，完工后彻底清理并做好密封处理，确保施工活动不破坏洁净环境[4]。

4.2 质量验收标准

构造设计与产品选型参照国家建筑标准设计图集 14J936《变形缝建筑构造》中的相关构造要求。

产品性能与施工质量执行行业标准 JG/T372-2012《建筑变形缝装置》的相关规定。

主控项目：盖板与基座的材质、规格、性能符合设计要求；止水带粘贴牢固、搭接严密，无渗漏隐患；阻火带填充饱满，耐火性能符合设计等级；基座固定牢固，螺栓间距与紧固力矩符合要求。

一般项目：盖板表面平整光洁，与地面装饰面无明显高低差；胶缝顺直美观，无气泡、断胶、开裂现象；整体直线度顺畅，板块接缝对齐平整。

5 结论

承重型金属卡锁式变形缝盖板是适配洁净厂房楼地面变形节点的成熟技术方案，可同时满足结构变形适配、重载通行、洁净密封、防水防火等多重性能需求，相较于传统后浇带做法，施工更便捷、功能更可靠、洁净管控更易实现。

本文结合某半导体厂房改造项目实践，梳理了变形缝装置的构造体系与适用场景，总结了从基层处理到密封收边的标准化施工工艺，明确了全过程质量控制要点与验收依据。工程应用表明，通过精细化的基面处理、标高控制与功能节点施工，可有效保障变形缝的使用性能与耐久性能，满足洁净厂房的特殊使用要求。相关施工技术与管控经验可为同类工业厂房、洁净车间的楼地面变形缝施工提供参考，对提升工业建筑变形节点施工标准化水平具有一定的工程应用价值。

参考文献

[1] 崔雪娇, 高伟, 付鹏, 刘斌, 张宙. 超宽地面抗震变形缝施工技术 [J]. 建筑技术 2024,55(11):1316-1320.

[2] 陶山丹. 建筑设计中变形缝的作用及构造要求探讨 [J]. 工程建设与设计,22021(3):26-28.

[3] 唐磊. 电子洁净厂房设计研究 [J]. 工程技术研究 2025,10(18):196-198.

[4] 王健. 洁净厂房楼地面变形缝施工关键技术研究 [J]. 建筑技术,2022,53(06):721-724.