

钢结构工业化建造与施工技术丛书

ALC板与钢结构连接技术指南

隋伟宁 王占飞 李帼昌 编著

中国建筑工业出版社

钢结构工业化建造与施工技术丛书

ALC 板与钢结构连接技术指南

隋伟宁 王占飞 李帼昌 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

ALC板与钢结构连接技术指南/隋伟宁,王占飞,
李帼昌编著. —北京:中国建筑工业出版社, 2018. 11
(钢结构工业化建造与施工技术丛书)
ISBN 978-7-112-22731-0

I. ①A… II. ①隋… ②王… ③李… III. ①轻
质混凝土-混凝土面板-建筑结构-钢结构-连接技术-指
南 IV. ①TU375.2-62 ②TU391-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第218719号

本指南主要用于指导ALC板与钢结构的连接设计、施工过程,汇集了大
量的科学试验、数值模拟分析、理论与工程实践。全书共分八章,分别
是:总则,性能及性能指标,安装方法,材料,ALC板及连接设计,施工计
划,施工,质量检查。

本书适用于从事钢结构、装配式结构设计与施工的研究、技术、管理人员
使用,也可供大中专院校相关专业师生参考使用。

责任编辑:万 李

责任校对:王雪竹

钢结构工业化建造与施工技术丛书 ALC板与钢结构连接技术指南

隋伟宁 王占飞 李帼昌 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:8¼ 字数:201千字

2018年11月第一版 2018年11月第一次印刷

定价:39.00元

ISBN 978-7-112-22731-0

(32840)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

在欧美日等发达国家，钢结构已被广泛应用于建筑行业，成为主导的建筑结构体系，并编制了比较完善的工厂化作业、现场拼装的钢结构建筑体系技术规程及标准，其中在外墙等围护体系的规程与标准方面，日本建筑协会编制了轻质混凝土外墙等围护结构体系技术规程等，欧美等国家也已经颁布了相应的技术标准。

在“十二五”国家科技支撑课题“钢结构建筑工业化建造与施工技术（2012BAJ13B05）”的资助下，课题组查阅相关国内外资料的基础上，经过大量的科学试验、数值模拟分析、理论与工程实践，将所得成果汇总于《ALC板与钢结构连接技术指南》（以下简称本指南）中。本指南共分8章，其主要内容为：总则，防火、抗震等性能及性能指标，内外墙以及楼屋面板的安装方法，ALC板、各种连接构件以及填缝砂浆的材料要求，ALC板设计、外墙和内墙的各种连接设计、屋面和楼板的连接设计、补强钢材设计，ALC板施工计划、搬运与保管，施工管理、外墙安装与施工、内墙安装与施工、楼屋面板安装与施工，ALC墙板安装及支撑系统安装质量标准、外墙板饰面防水涂层质量控制及标准、外墙板开洞质量检查等。本指南充分体现了我国现代钢结构建筑三板产业化与主体钢结构框架连接的研究最新成果，将为现代钢结构建筑围护结构装配化、工业化创造条件，促进经济发展方式的转变并为建设资源节约型、环境友好型社会提供保障。

本指南在编写过程中，得到了沈阳建筑大学建筑工业化研究院院长李幅昌教授的大力支持，并在编写过程中提出了宝贵建议和意见。沈阳建筑大学隋伟宁老师负责编写第1~4章内容，沈阳建筑大学王占飞老师负责编写第5~8章内容，嘉兴学院白丽婷老师负责附录1和附录2的编写工作，深圳市建筑设计研究总院有限公司安康工程师负责部分图表的编辑工作。最后由隋伟宁老师统稿校对，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免有谬误之处，敬请读者批评指正。

目 录

第1章 总则	1
1.1 适用范围	1
1.2 术语	1
第2章 性能及性能指标	9
2.1 总则	9
2.1.1 适用范围	9
2.1.2 性能及性能指标	9
2.2 抗火性能	9
2.3 承载能力	10
2.4 抗震性能	12
2.4.1 承载能力	12
2.4.2 变形协同能力	13
2.5 其他性能	15
第3章 安装方法	23
3.1 ALC板外墙安装	23
3.2 ALC板内墙安装	27
3.3 ALC屋面板安装	30
3.4 ALC楼板安装	31
第4章 材料	32
4.1 ALC板	32
4.1.1 ALC板的种类和尺寸	32
4.1.2 设计荷载和容许荷载	33
4.2 连接构造、补强钢材、连接专用构件以及钢筋	36
4.3 填缝砂浆	36
4.4 修补砂浆	38
4.5 其他材料	39
第5章 ALC板及连接设计	41
5.1 一般项目	41

5.2 板的设计	42
5.2.1 通用事项	42
5.2.2 外墙 ALC 板设计	43
5.2.3 内墙 ALC 板设计	45
5.2.4 屋面 ALC 板设计	47
5.2.5 ALC 楼板设计	48
5.2.6 ALC 板外墙与屋面、楼面板的连接部位构造	49
5.2.7 ALC 外墙与屋面、楼板之间连接部位相关尺寸配合	52
5.3 连接设计	52
5.3.1 通用事项	52
5.3.2 ALC 外墙和内墙的连接设计	52
5.3.3 ALC 屋面和楼板的连接设计	56
5.4 补强钢材设计	58
5.4.1 开洞部分的补强钢材	58
5.4.2 女儿墙部分的补强钢材	60
5.5 特殊情况设计	60
第 6 章 施工计划	63
6.1 一般情况	63
6.2 施工计划书	63
6.3 施工图	65
6.4 工程量计算	65
6.5 临时架设	66
6.6 安全设计	68
6.7 板的搬运与保管计划	69
第 7 章 施工	71
7.1 施工管理	71
7.2 通用事项	71
7.2.1 起重、搬运、安装	71
7.2.2 放样定线	73
7.2.3 板材的切割、开槽和开孔	73
7.2.4 连接钢材及各连接构件的焊接	73
7.2.5 变形缝处的防火处理	73
7.2.6 填缝砂浆的养护	74
7.2.7 板材的修补及开槽处的填补	74
7.2.8 板材间的密封处理	74
7.2.9 施工完成后板材养护	75
7.3 外墙施工	75

7.3.1	连接钢材、补强钢材的安装	75
7.3.2	ALC 板纵向连接形式的安装	79
7.3.3	ALC 板横向连接形式的安装	83
7.4	内墙	85
7.4.1	内隔墙洞口处补强钢材安装	85
7.4.2	ALC 板材的安装	86
7.5	屋顶和楼板安装	90
第 8 章	质量检查	92
8.1	ALC 墙板安装及质量标准	92
8.1.1	结构支撑系统安装质量标准	92
8.1.2	安装质量保证措施	93
8.2	外墙板饰面防水涂层质量控制及标准	94
8.2.1	严格控制 ALC 墙板饰面防水涂料产品质量	94
8.2.2	严格执行施工工艺操作程序	94
8.2.3	正确掌握温度、湿度，选择适当的施工环境	95
8.2.4	严格控制基层的施工质量	95
8.2.5	注意事项	95
8.2.6	验收标准	96
8.3	外墙板开洞质量控制标准	97
8.3.1	洞口施工质量控制	97
8.3.2	洞口后期修补质量控制	98
8.4	质量控制验收表	98
附录 1	ALC 板外墙连接构件的设计案例	104
附录 2	开口补强钢材以及女儿墙补强钢材的计算	115
附录 3	ALC 板施工图	120
参考文献		126

第 1 章 总 则

1.1 适用范围

(1) 本指南适用于民用钢结构建筑的屋面、楼面及非承重墙体（不承重的外墙及内隔墙），且 ALC 板厚度 $\geq 60\text{mm}$ 。

(2) ALC 板作为钢结构的围护结构，除应符合本规程指南的技术要求外，尚应符合国家现行有关的技术标准和要求。

(3) 本指南规定的内容和与其相关的规范、标准、指南等规定内容不一致时，需与业主、设计单位、监理单位协商。

(4) 本规程适用于抗震设防烈度为 8 度和 8 度以下地区及非抗震设防地区。

1.2 术语

本指南使用的专业术语定义如下：

普通 ALC 板：蒸压轻质混凝土制作成板厚大于 60mm 的 ALC 平板及板厚大于 60mm 的角板。

工艺板：在 ALC 板表面加工成花纹、斜沟等创意性图案的 ALC 板。

ALC 角板：用在建筑物阴阳角位置的 ALC 板。

短边：与 ALC 板受力钢筋垂直的边。

长边：与 ALC 板受力钢筋平行的边。

连接构造：连接 ALC 板的构造，包括支撑构造和连接构造。

主体结构：安装 ALC 板的结构总称，包括梁、柱、基础、楼板等。

连接钢材：在主体结构和 ALC 板间设置的钢构件。包括钢垫板，一定规格的角钢等。

垫板钢材：在主梁等处设置，与屋面和楼面的标高保持协调一致的钢材。

标准规格角钢：在梁柱等主体结构上设置，调整 ALC 板安装位置的连接角钢。

补强钢材：增强开洞部分墙体，如女儿墙、悬空墙体的刚度而设置的钢材。

洞口补强钢材：开设门、窗等洞口和支撑洞口周边的 ALC 板而使用的钢材。

ALC 板用专用连接件：用于连接与安装 ALC 板金属连接构件。

接缝钢筋：沿着 ALC 板长边、接缝位置埋设的钢筋。

填缝砂浆：在 ALC 板与板沟槽位置或孔洞部分等填充的砂浆。

修补砂浆：修补 ALC 板破损或填充预留凹槽的专用砂浆。

防火接缝材料：为了保证抗火性能在 ALC 板间变形缝处填充的接缝防火材料。

容许强度：根据 ALC 板制造商提供的质量保证书等相关资料，ALC 板所能承受的承

载能力。

设计荷载：ALC 板及进行安装设计时使用的荷载。

安装工法：在外墙、内墙、屋顶、楼板等各部位安装 ALC 板的方法。

竖装墙体：沿竖直方向设置安装 ALC 板长边的墙体。

横装墙体：沿水平方向设置安装 ALC 板长边的墙体。

转动连接安装工法：由每块 ALC 板单独沿面内转动，协调由地震等引起结构层间位移的纵向安装墙体的方法。

滑动连接安装工法：ALC 板下部固定，上部在面内滑动，协调由地震等引起结构层间位移的纵向安装墙体的方法。

螺栓固定安装工法：在 ALC 板长边方向的两端设置螺栓孔，用贯通螺栓孔的螺栓横向安装墙体的方法。

脚板连接安装工法：在内墙的安装中，ALC 板下部用脚板等构件固定在楼板上，上部采用面内能够滑移的方法进行的内墙连接的工法。

锚固钢筋安装工法：在内墙安装中，ALC 板下部用锚固钢筋和砂浆固定在楼板上，上部采用在面内能够滑移的方法进行连接的工法。

埋设钢筋安装工法：在屋面板或楼板安装中，ALC 板间长边接缝处的孔洞部分埋设钢筋并用砂浆填实的安装方法。

变形缝：地震等外荷载作用时为了不使结构变形而损伤 ALC 板，在 ALC 板间设置的缝隙。

悬挑部分：在女儿墙等结构中，没有任何支撑，ALC 板悬挑出结构的部分。

搭接长度：ALC 板搭接在支撑结构长边方向的长度。

ALC 板开槽：为了安装 ALC 板，在 ALC 板的表面预留或加工的孔槽。

用语说明：

普通 ALC 板：是指蒸压轻质混凝土厚度在 60mm 以上的板材与厚度为 60mm 以上的角部板材。它的种类通过表面加工的有无分为普通 ALC 板和创意板。图 1-1 为 ALC 板材的种类。

创意板：板材在加工过程中板材的表面制作成花纹或倾斜的板材。

角板：建筑物阴阳角部位使用的板材。

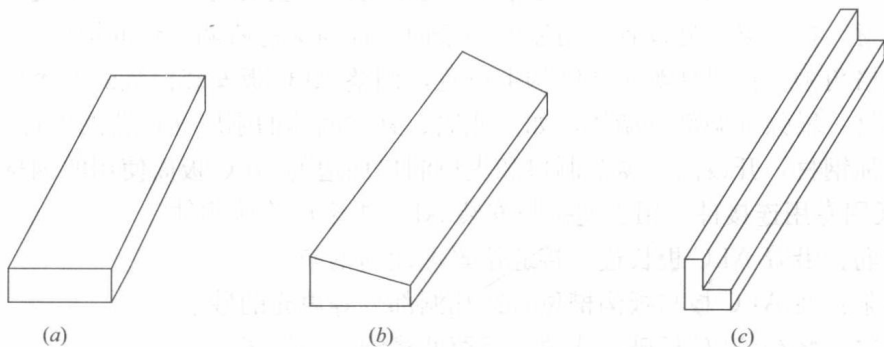


图 1-1 ALC 板的种类（一）

(a) 普通 ALC 板；(b) 创意板 1；(c) 角板；

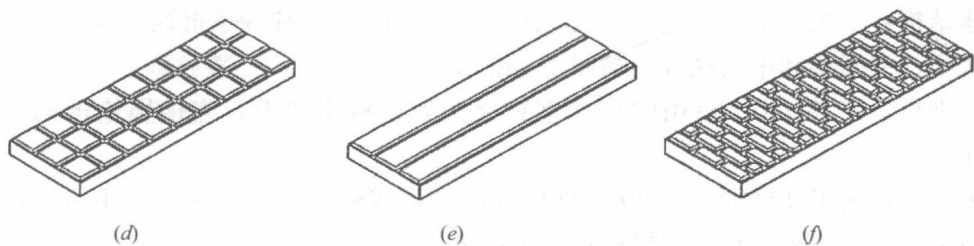


图 1-1 ALC 板的种类 (二)
(d) 创意板 2; (e) 创意板 3; (f) 创意板 4

短边：与主筋方向相垂直的边。短边的长度称为板宽，一般短边标准宽度为 600mm (图 1-2)。

长边：与板内主筋平行的边。在板的长边上，根据板材种类的不同在板材安装和密封时加工成一定的沟槽。一般情况下，长边的长度称为板长 (图 1-2)。

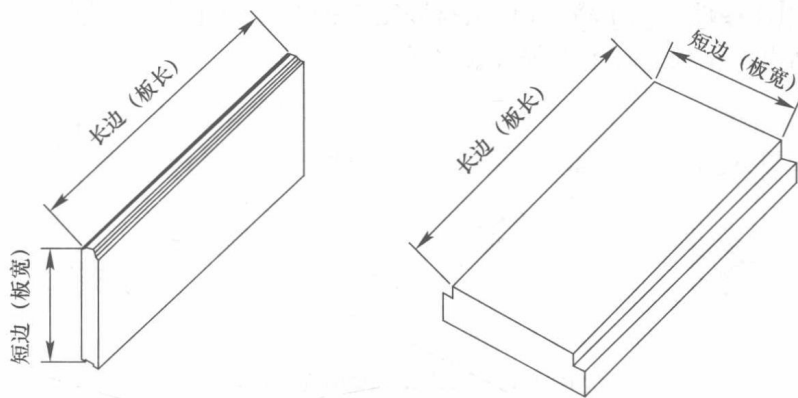


图 1-2 ALC 板短边与长边

连接构造：安装 ALC 板用的基本构件，如图 1-3 所示。

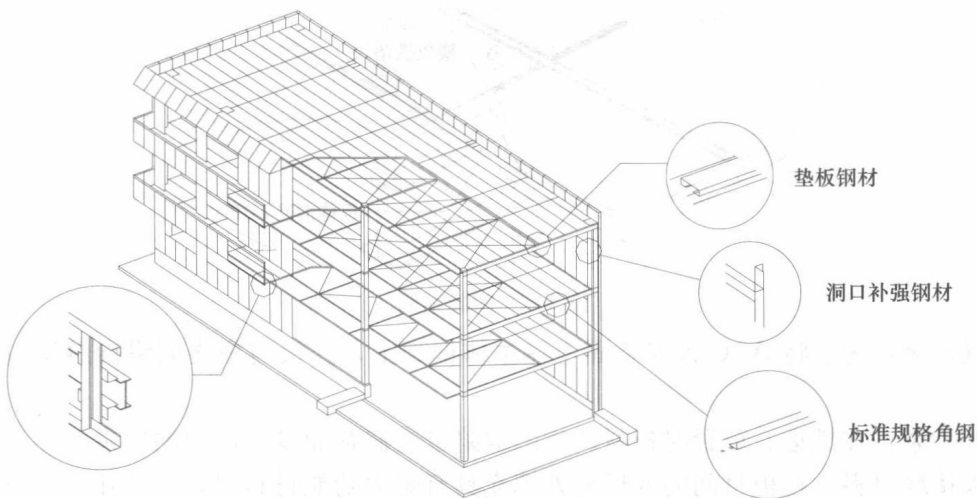


图 1-3 ALC 安装支撑钢材及补强钢材

主体结构：安装 ALC 板的框架结构中，梁（承重梁）、柱（承重柱）等的总称。其中还包括次梁、中间梁和中间柱等，如图 1-3 所示。

连接钢材：安装 ALC 板用的连接钢材。例如连接用角钢，连接用垫板钢材等，如图 1-3 所示。

垫板钢材：为了使楼面、屋面的 ALC 板两端形成简支连接形式，在主梁上设置的垫板。一般情况下，垫板钢材使用槽型钢等轻钢结构，如图 1-3 所示。

标准规格角钢：为了更好地安装内、外墙板，将墙板上的荷载传递给主体框架，在主体框架上安装的连接钢材。通常情况下，使用等边角钢和不等边角钢，如图 1-3 所示。

补强钢材：开洞部位、女儿墙以及悬挂板等进行加固用的钢材。补强钢材具有安装板材的支撑作用，主要在开洞、女儿墙和悬空等部位，起到支撑板材重量的作用。

洞口补强钢材：在内墙和外墙，门窗洞口等部位，为了支撑开洞部位上下（纵向安装时）或左右（横向安装时）墙板设置的加固钢材。通常情况下，使用等边角钢和不等边角钢。

ALC 板专用连接件：为了将 ALC 板材固定在钢框架和连接支撑钢材上，而使用的专用连接件。包括滑动钢板、环形穿筋连接件等（图 1-4）。

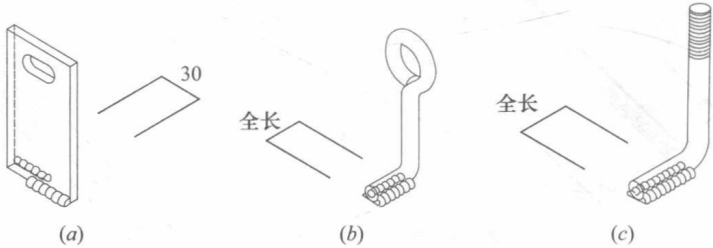


图 1-4 ALC 板用专用连接件

(a) 滑动钢板；(b) 环形穿筋连接件；(c) 钩头螺栓

接缝钢筋：在滑动连接构造、架设钢筋构造等安装工法，沿板缝长边填充砂浆的构造中，在填充砂浆前，在板缝位置处设置的钢筋（图 1-5）。

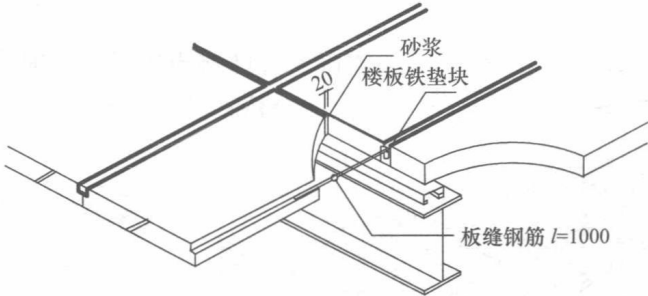


图 1-5 接缝钢筋

填缝砂浆：为了将 ALC 板安装固定在主体框架上，在板与板之间纵向缝隙处填充的砂浆。

修补砂浆：在搬运、放置时板材产生的缺陷进行修补而专门调制的砂浆。

防火接缝材料：在板材间的变形缝处填充具有耐火功能材料时，应使用具有伸缩性能的材料。

设计荷载：ALC 板及安装构造设计时使用的荷载，在一般情况下为面外荷载。设计

荷载有恒荷载、活荷载、积雪荷载、风荷载等。

安装工法：是指外墙、内墙、屋面和楼面等各部位 ALC 板安装与安装工法。安装工法和用于安装的金属连接件应该标准化。安装工法种类见表 1-1。

安装工法的种类		表 1-1
外墙	纵向安装	转动连接安装工法
		滑动连接安装工法
	横向安装	螺栓固定安装工法
内墙	纵向安装	脚板连接安装工法
		锚固钢筋安装工法
楼屋面板		埋设钢筋安装工法

竖装墙体：板材安装后长边为竖直方向的墙体称为竖装墙体。竖装墙板的构造方法包括转动连接安装工法、滑动连接安装工法、螺栓固定安装工法等。

横装墙体：板材安装后长边为水平方向的墙体称为横装墙体。横墙的构造法为螺栓固定安装工法。

转动连接安装工法：外墙用 ALC 板竖装时的一种安装工法。地震等水平荷载作用时框架发生层间变形，墙体通过每块板材独立发生面内转动协调主体框架层间变形的构造方法（图 1-6）。

滑动连接安装工法：外墙用 ALC 板竖装时的一种安装工法。在板材下部纵向板缝的间隙处插入板缝钢筋，然后填充砂浆，ALC 板通过专用竖向连接钢板等金属连接件安装在主体框架上，各层板材的上部保证其在面内方向水平滑动（图 1-6）。

螺栓固定安装工法：外墙和隔墙用 ALC 板材的一种安装工法。在板材长边两端设置预埋孔洞，在孔洞处通过螺栓贯通安装在主体框架上的构造方法（图 1-6）。

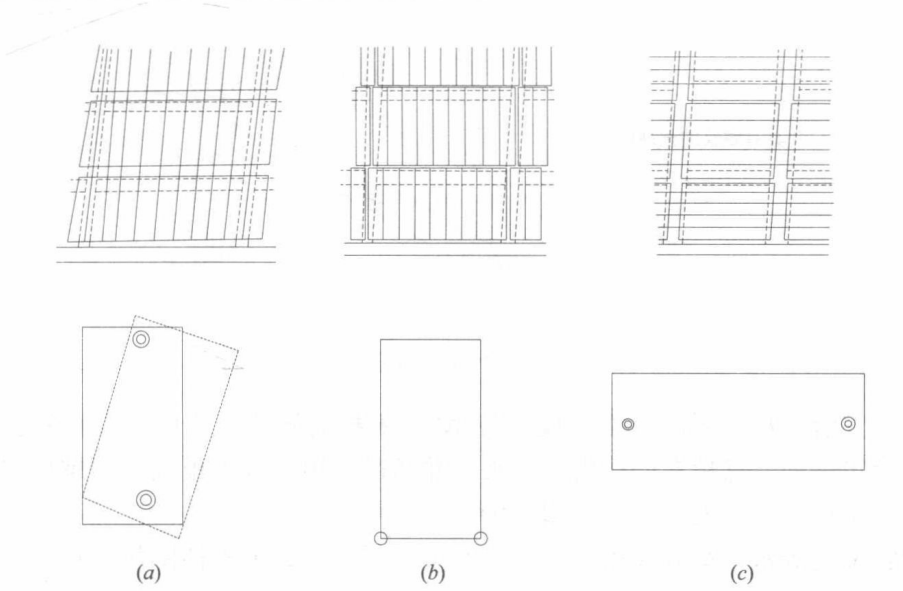


图 1-6 ALC 板各种连接安装工法概念图

(a) 转动连接构造；(b) 滑动连接构造；(c) 螺栓固定连接构造

脚板连接安装工法：内墙用 ALC 板竖装时的一种安装工法。ALC 板下方通过固定在楼板上的钢板等进行安装的构造方法。该构造方法适用于楼层板间设置内隔墙的安装（图 1-7）。

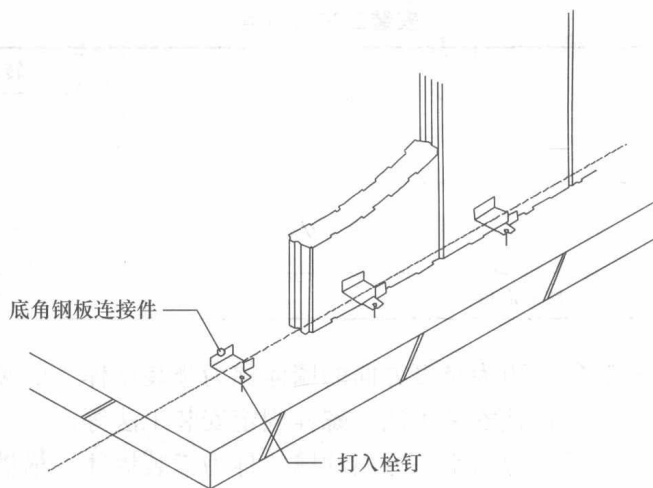


图 1-7 脚板连接安装工法

锚固钢筋安装工法：内墙用 ALC 板材竖装时的安装构造方法之一。ALC 板材下部纵向缝隙内置入固定在楼板上的钢筋，安装固定好 ALC 板材后，在板缝间填充砂浆的安装工法。该工法适用于楼层间设置内墙的安装（图 1-8）。

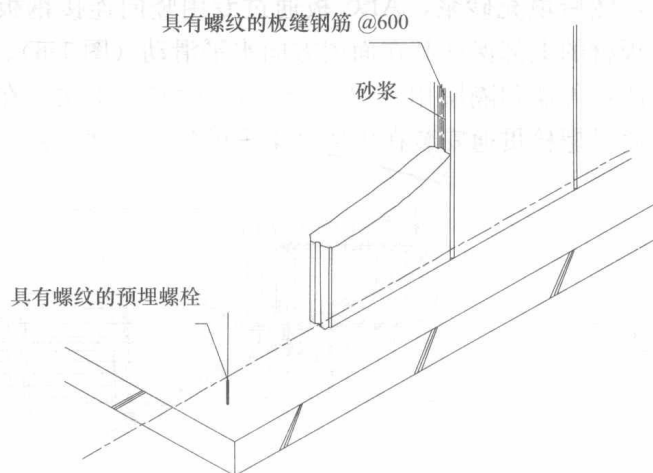


图 1-8 锚固钢筋安装工法

埋设钢筋安装工法：屋面及楼面板安装 ALC 板材的构造工法中，板材间长边方向的板缝凹槽内铺设钢筋，然后在凹槽内填灰浆，并通过专用连接钢板或专用螺栓等金属构件与主体框架连接成一体的安装工法（图 1-9）。

变形缝：地震等水平荷载作用下，框架发生变形时，为了不使围护结构损坏，在板与板之间设置的缝隙。一般情况下，变形缝的宽度为 10~20mm（图 1-10）。

悬挑部分：从板材支承位置到板材的悬挑端部，如女儿墙等（图 1-11）。

搭接长度：ALC 板搭接在主体结构上的长度（图 1-12）。

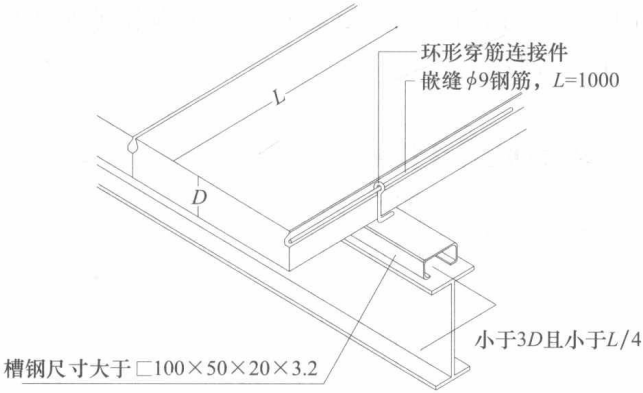


图 1-9 埋设钢筋安装工法

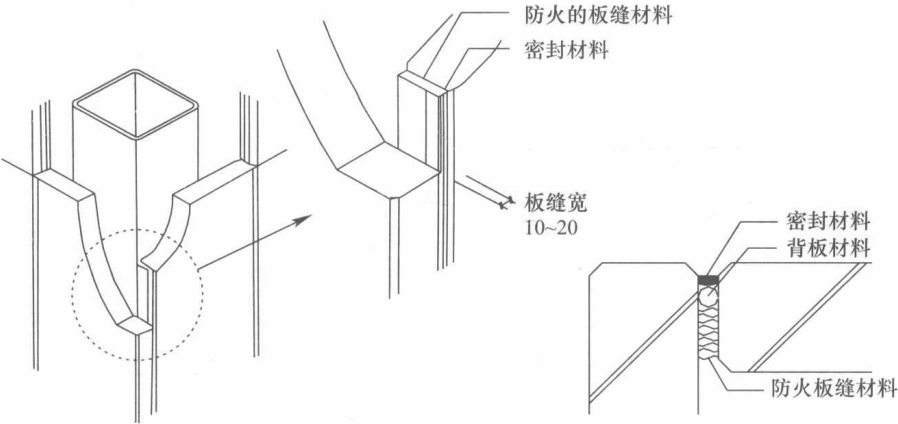


图 1-10 变形缝

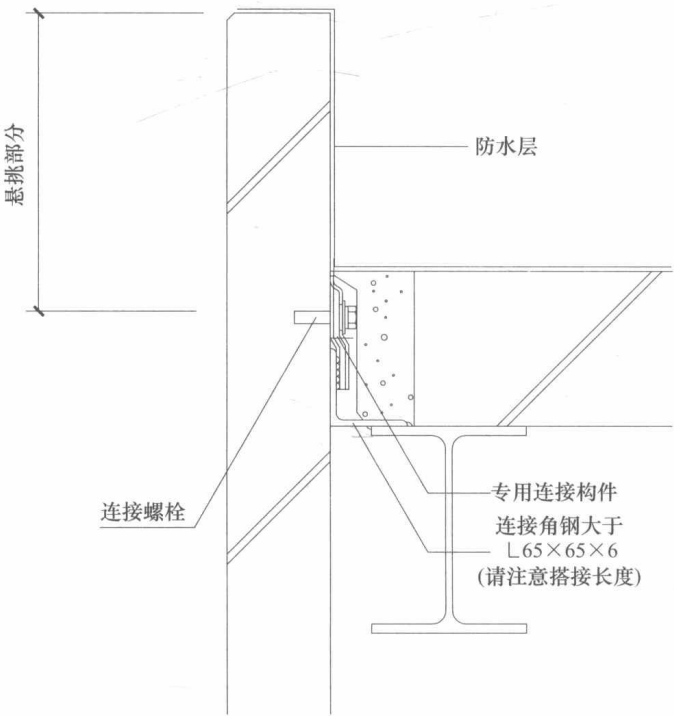


图 1-11 女儿墙构造

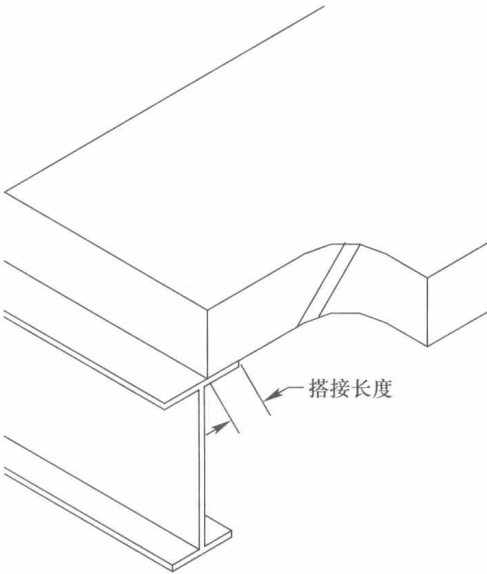


图 1-12 ALC 板搭接长度

ALC 板开槽：为了安装 ALC 板，在 ALC 板的表面预留或加工的孔槽。ALC 板表面上开槽处用砂浆填实（图 1-13）。

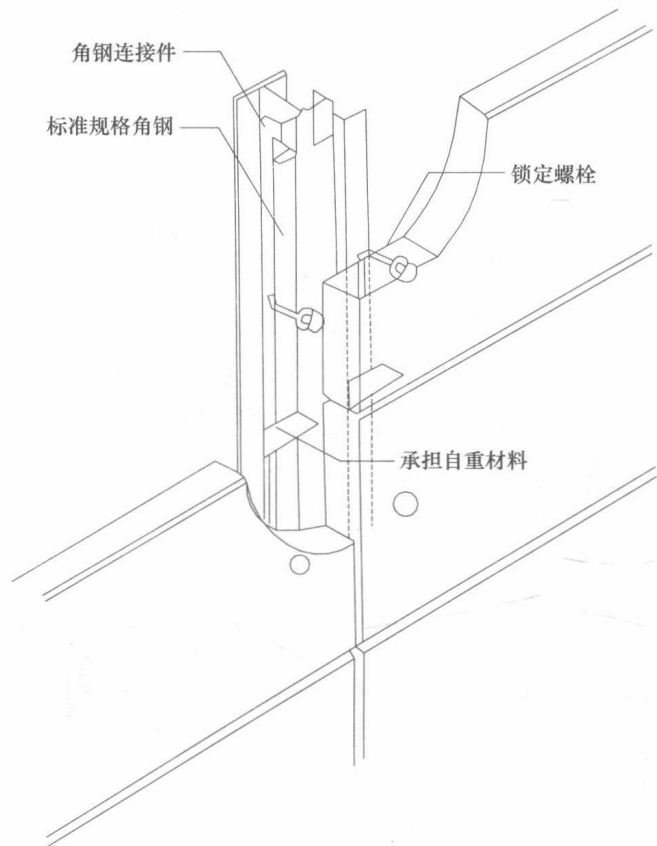


图 1-13 ALC 板开槽

第 2 章 性能及性能指标

2.1 总则

2.1.1 适用范围

适用于由 ALC 板构成的各类构件（如外墙、内墙、楼面、屋面等）性能。

2.1.2 性能及性能指标

根据相关规范要求确定由 ALC 板构成的各类构件性能及性能指标。

说明：

各类 ALC 板性能要求包括：防火性能、承载能力、抗震性能、隔声性能、隔热性能、防水性能、耐久性能、环保节能等。设计时，设计人员应根据相关规范在图样上对 ALC 板等需要满足的各性能指标进行恰当表示或描述。

ALC 板材安装工法及构成部位的各性能值是以试验及计算为基础确定下来的，因此，一般情况下可以按照设计性能目标选取 ALC 板连接安装工法。

2.2 防火性能

(1) 由 ALC 板构成的各类构件，对于火灾应具有所要求的防火性能。

(2) 防火性能用防火时间表示，其单位为小时或分钟。

(3) 建筑物各部位以及各类构件所要求的防火性能见《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 防火极限部分。

说明：

防火性能是为了在火灾情况下保证建筑物安全的重要性能。所要求的防火性能在相关的建筑法规中有相应规定，各部位在构造上的防火性能应该满足相关规定的要求。防火性能的表现相关防火规范中以小时或分钟表示，本指南也以小时或分钟来表示。

建筑物各部位所需的防火性能值由于建筑物类型、重要程度等不同而有所不同。因此，设计人员根据设计要求给出 ALC 板的防火性能值。根据《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 规定，其建筑构件的燃烧性能和耐火极限不应低于表 2-1 的规定。

不同耐火等级建筑相应构件的燃烧性能和防火极限（h）表 2-1

构件名称		耐火等级			
		一级	二级	三级	四级
墙	防火墙	不燃性 3.00	不燃性 3.00	不燃性 3.00	不燃性 3.00
	承重墙	不燃性 3.00	不燃性 2.50	不燃性 2.00	不燃性 0.50

续表

构件名称		耐火等级			
		一级	二级	三级	四级
墙	非承重墙	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 0.50	可燃性
	楼梯间和前室的墙, 电梯井的墙 住宅建筑单元直接的墙和分户墙	不燃性 2.00	不燃性 2.00	不燃性 1.50	难燃性 0.50
	疏散走道两侧的隔墙	不燃性 1.00	不燃性 1.00	不燃性 0.50	难燃性 0.50
	房间隔墙	不燃性 0.75	不燃性 0.50	难燃性 0.50	难燃性 0.25
柱		不燃性 3.00	不燃性 2.50	不燃性 2.00	难燃性 0.50
梁		不燃性 2.00	不燃性 1.50	不燃性 1.00	难燃性 0.50
楼板		不燃性 1.50	不燃性 1.00	不燃性 0.50	可燃性
屋顶承重构件		不燃性 1.50	不燃性 1.00	不燃性 0.50	可燃性
疏散楼梯		不燃性 1.50	不燃性 1.00	不燃性 0.50	可燃性
吊顶 (包括吊顶搁栅)		不燃性 0.25	难燃性 0.25	难燃性 0.15	可燃性

2.3 承载能力

- (1) 由 ALC 板构成的各类构件, 对于外荷载应具有所要求的承载能力。
- (2) 各类构件的承载能力用设计荷载标准值表示, 其单位为 N/m^2 。
- (3) 各类构件应该考虑的设计荷载标准值如下:

1) 外墙应考虑风荷载;

2) 内墙应考虑地震引起的惯性力;

3) 屋面板应考虑恒载, 堆积荷载, 雪荷载以及风荷载;

4) 楼板应考虑恒载和堆积荷载。

说明:

各部位的承载能力包括承受 ALC 板自重及由 ALC 板所承担的荷载, 并通过连接构造传递到主体框架上。建筑物不同部位的荷载以 N/m^2 为单位进行设计。

所需承载力是指根据构件的部位不同, 设计人员在设计图纸上应标记设计荷载。部位和设计荷载见表 2-2。

部位及荷载标准值表 2-2

部位	荷载	规范
外墙	风荷载	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 8.3.1 条 1
内隔墙	地震荷载	—
屋面	恒荷载*	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 4.0 条
	活荷载	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 5.2 条
	风荷载	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 8.3.1 条
	积雪荷载*	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 7.2.2 条 1
楼板	恒荷载*	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 4.0 条
	活荷载	《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第 5.1.1 条

注: 恒荷载不包括板材自重。