

整合：结构与围封

整合建筑系统

第一部分：统合原则

第二部分：结构与外部围封

第三部分：整合案例之分析

建筑系统

建筑系统：定义

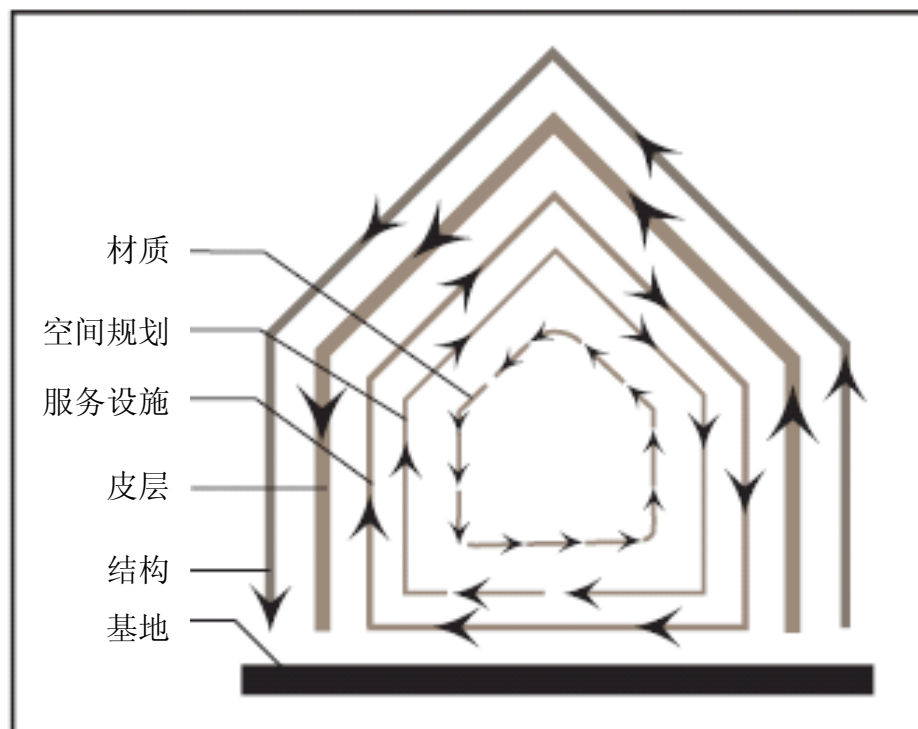
1. 基础/地基 (基地)
2. 上部结构 (结构)
3. 外部围封 (皮层)
4. 内部隔间 (空间规划)
5. 机电系统 (服务设施)
6. 家具 (材质)

资料来源：

布兰德，霍华，
《建筑如何学习》。

亦可参考透纳，葛雷哥莱，

达利，詹尼克：山谷中心，加州，公元 2000 年。



班森木业之木作构架：公元 1996 年。

图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

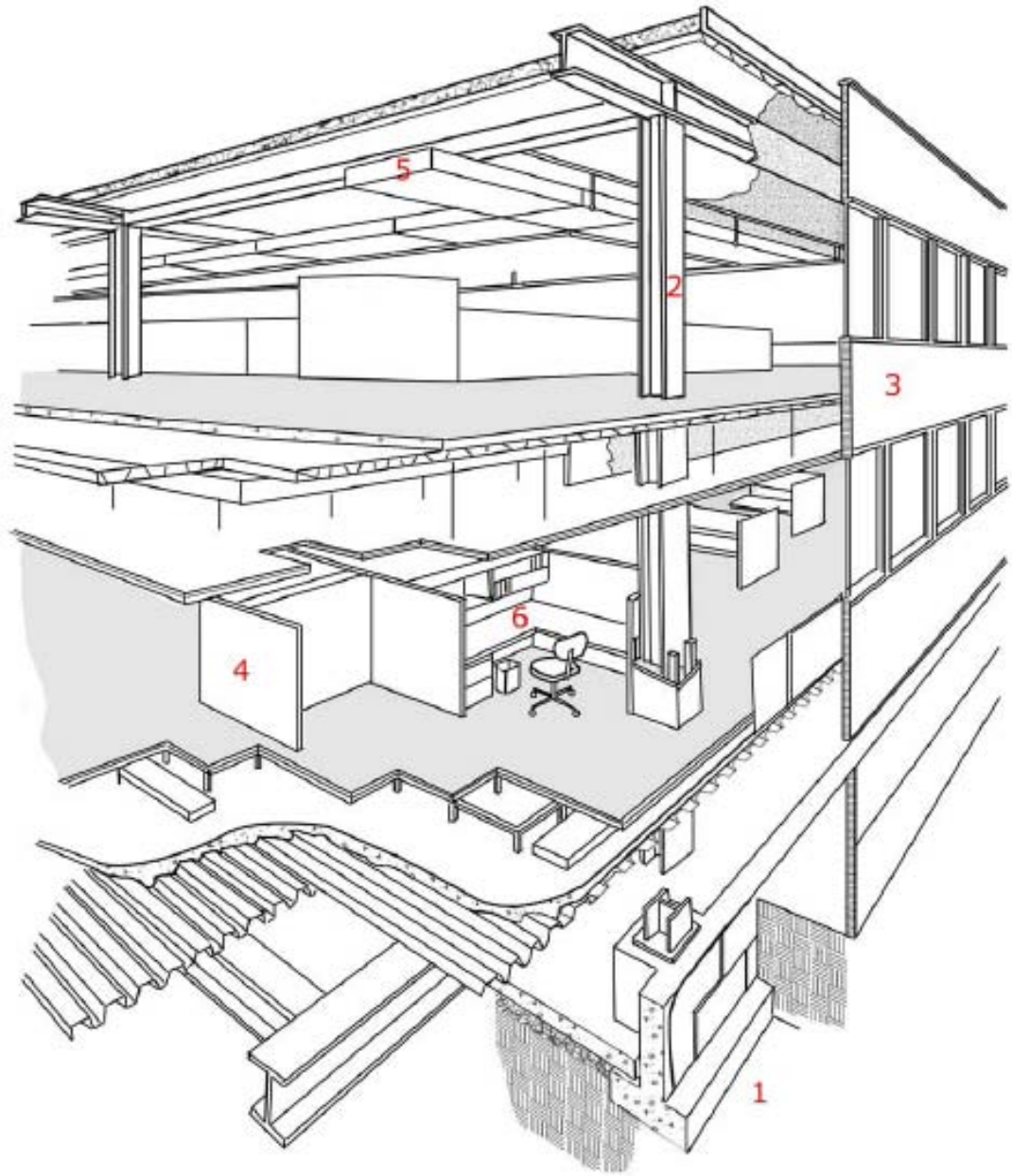
建筑系统

建筑系统：定义

1. 基础／地基（*基地*）
2. 上部结构（*结构*）
3. 外部围封（*皮层*）
4. 内部隔间（*空间规划*）
5. 机电系统（*服务设施*）
6. 家具（*材质*）

瑞史仅列出四类系统：

- 结构
- 围封
- 室内
- 机电



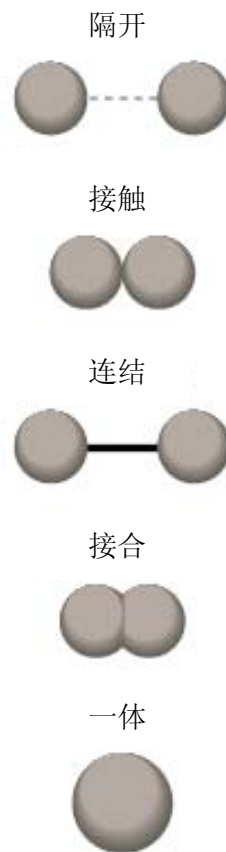
帷幕墙与高架地板之构造。

资料来源：瑞史，理查德，
建筑系统整合手册

整合等级

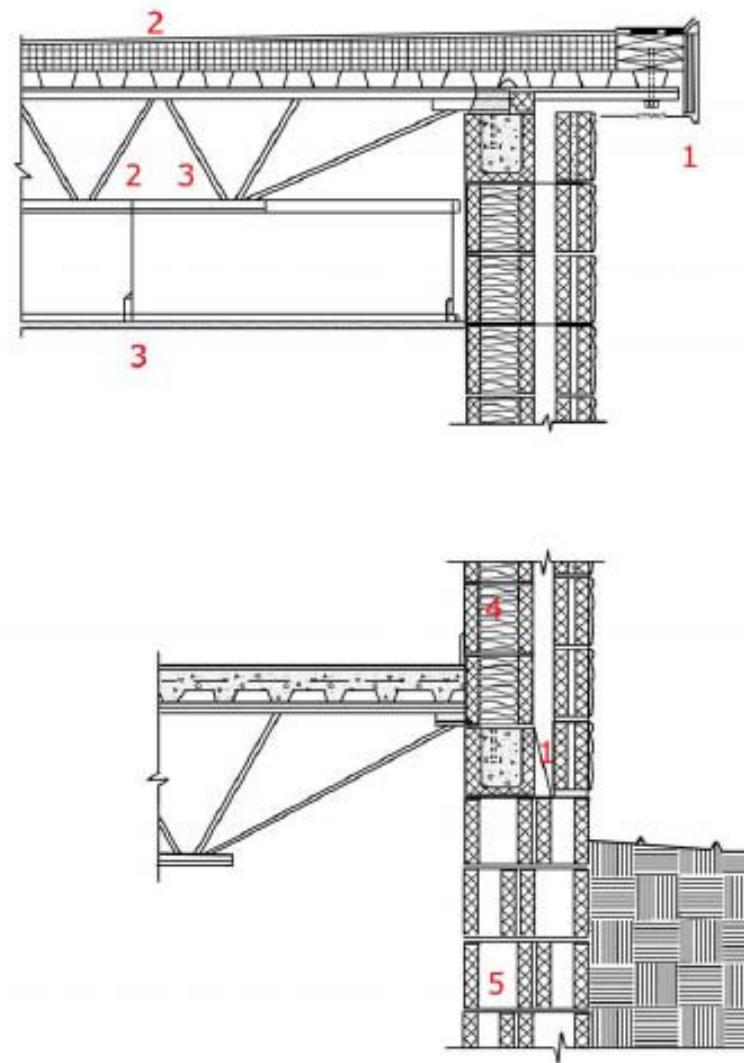
定义

1. 隔开：各系统完全地彼此分离，
但功能上仍然相互协调
2. 接触：一系统安置于另一系统
3. 连结：一系统与另一系统，
实质上紧系并相互依存
4. 接合：各系统占据相同空间
5. 一体：各系统共享相同之实质组件



五种整合等级

图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

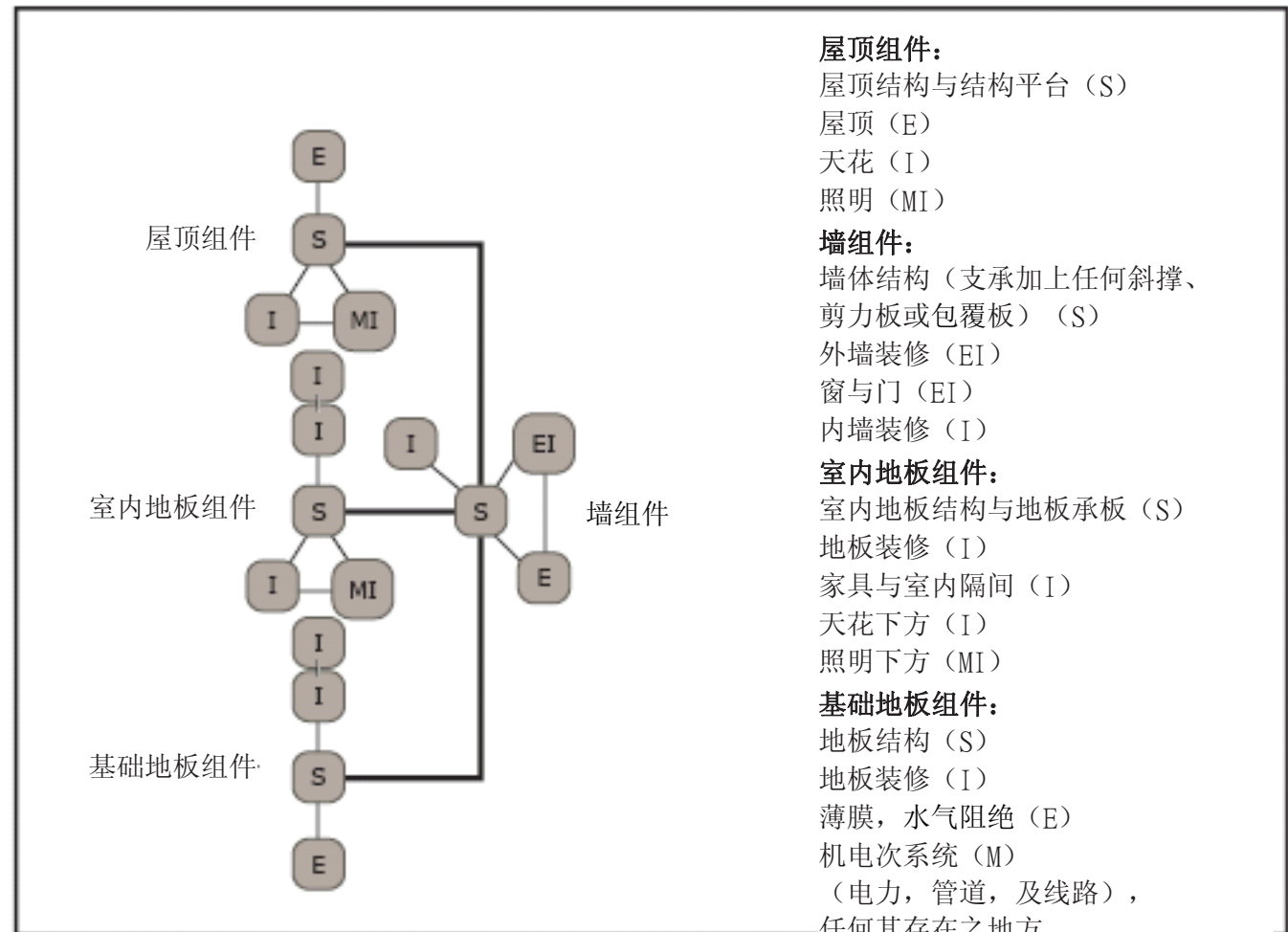


图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

性能颁布

一般而言，性能
为对比于目标之成绩度量。

1. 空间性能
2. 热性能
3. 室内空气质量
4. 音响性能
5. 视觉性能
6. 建筑整合性



统合图表

图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

资料来源：瑞史，理查德，
建筑系统整合手册

建筑案例

整合包括：

1. 外部围封（亦为二次结构）
2. 机电服务（照明）

整合等级：接合

策略：

使用可提供外部围封热抵抗之充气膜
做为半透明的隔离，并容许自然光线
照亮室内各空间。

第二部份：结构与外部围封

外部围封议题：应力因子

太阳辐射

热得/热失

风力与空气压力差

空气渗入/渗出

湿气

水气

凝结, 露点

雪, 雨及冰

流体静压力 (基础)

温度差

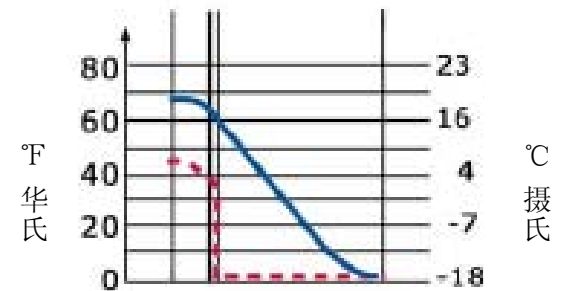
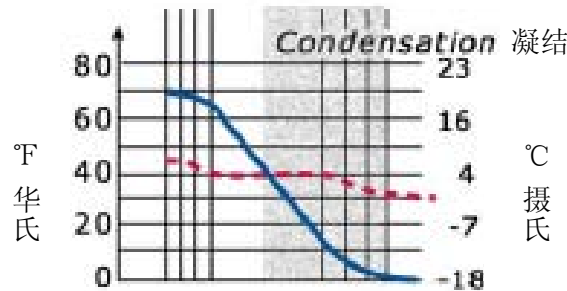
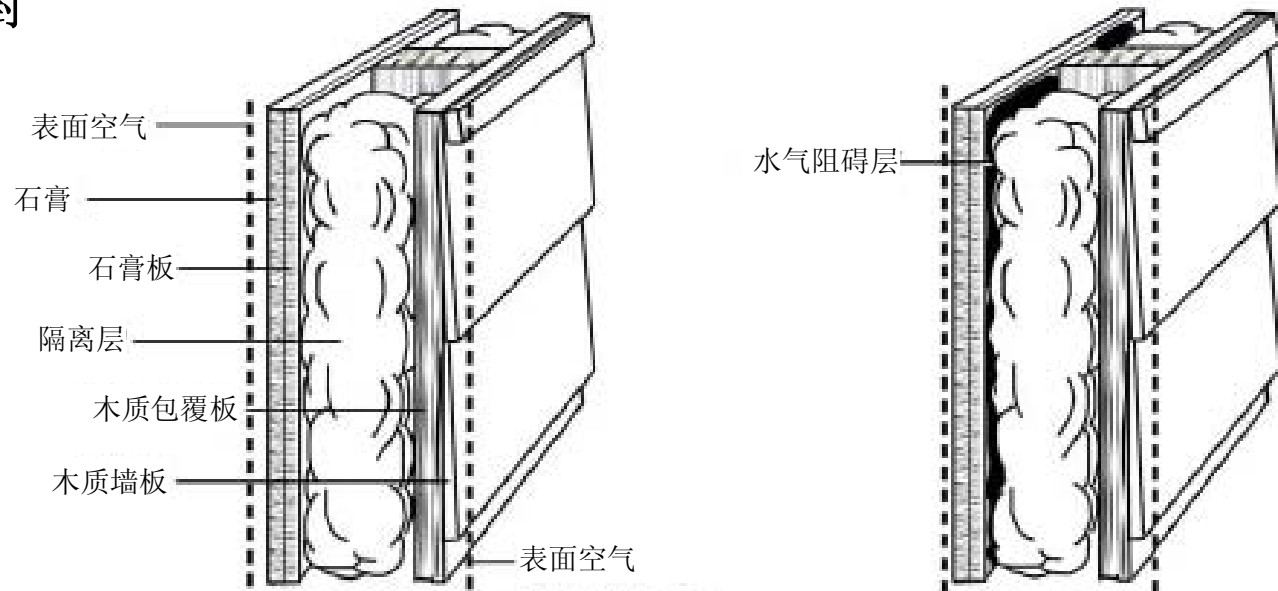
热梯度

冻融循环

热膨胀差

热桥

图 11-1 围护结构外部围封应力因子



极端天气

飓风

龙卷风

闪电

结构议题：应力因子

静力

活载重

占据

环境（雪，水）

静载重

结构自重

建筑固定组件

力量导因于居住，热效应

动力

连续的（规则或均布摆动）

地震力

横向载重

风力

冲击（分离的，例如爆炸）

结构作用

外部应力因子产生内力

结构组件

内力

1. 压力

一维
柱
支杆
墙

二维
扶壁
飞扶壁
拱
筒形拱顶

三维
加肋拱顶
扇形拱顶
圆顶
薄壳
格状壳

2. 张力

系杆
缆索
悬挂

垂链
吊索桥

无剪力组件
（气泡，网点缆索，抗剪织布，薄膜）

3. 弯曲

梁
单向板
门形构架

蛋形格栅
双向板
（平板，加劲板，花格镶板，等等）

构架

4. 剪力	平板作用 剪力墙	平板作用 剪力墙	折板 扭转
5. 扭矩	不适用	不适用	交叉斜撑
6. 支承力	栓梢	支承板	弯矩连结

整合时机：结构与外部围封

外墙及结构构架形成建筑物之外围组件。所以，此两系统之整合具有以下的能力：

- 传导自然光线进入室内
- 提供建筑物自然的服务
- 强化所使用之个别材料与组件的效率
- 减少建筑物自重
- 降低热桥效应（**注记于外墙位置**）
- 减少上部结构组件暴露于天气中
- 降低皮层与结构间之运动差异
- 减少几何性等冲突
- 有效地应付天气之环绕与极端状况，以延长建筑物的生命

最终

- 减少材料支出
- 降低时间花费
- 降低空间的需求

结构：分析与设计原则指南

轻质

使用最少材料创造最高轻质。

最高多样／最低库存

组件设计。

营造逻辑

营造程序之了解和最佳化。

经济

束制是有益的。



系统化思考

了解与追求有关结构整体正在做什么的概念。

制作建筑物模型。

制作接头模型。

结构：轻质

使所有构件之应力均等

相同材料之组件应力均等化的结果，就是总体使用材料的极简利用。



巴克明斯特·富勒，生物圈。

图片授权：Structurae 网站的尼古拉斯·詹伯格。

结构：最高多样／最低库存

组件设计
接头设计



结构：经济

束制是有益的

有钱是万能的

最低总成本则是赢家



结构：地震力



横力
危害度

直接

表面缺陷破坏

地表摇动

地表破裂

液化

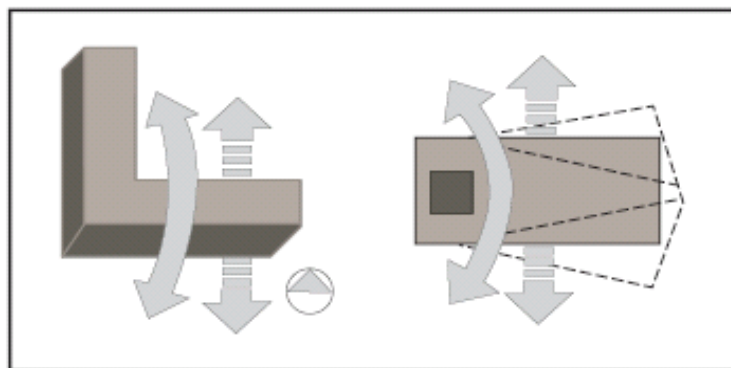
横向传布

山崩

间接

海啸
洪水
火灾

结构：抗震设计



图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

设计策略

上部结构必须轻巧。
建筑平面必须简单、对称与规则。
上部结构必须对称地施载。
质量、劲性、强度及韧性应连续分布。
梁-柱之组合必须尽可能同轴。
水平结构组件总是必须首先失灵。
(土耳其地震 08.18.1999)

相对地短跨和避免悬臂。
非结构组件必须统合或是完全分离。



上部结构必须拥有最大可能数量之防御方法。
上部结构之劲性与强度必须与基础兼容。
(台湾地震 09.21.1999)

材料／程序之发展

个人相信我们能够重新思考有关可以使用许多材料，
来更清楚地表达其工程特性的方式，
特别是它们如何被详细说明，
并且因此而寻找到一新的与有趣的美学标准。

彼得·莱斯



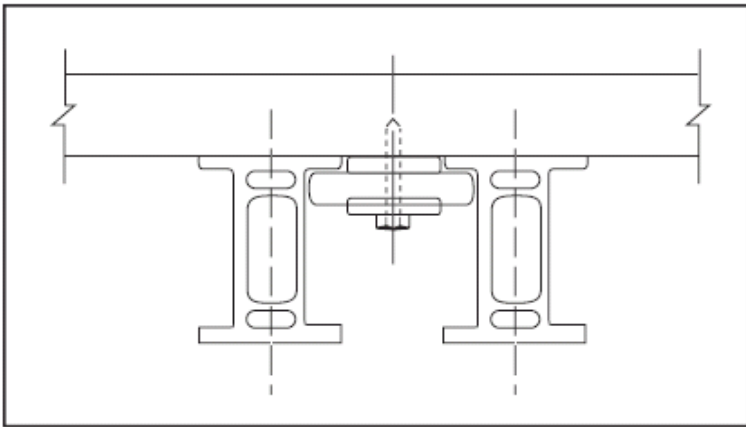
新可能性的材料组合

- 玻璃
- 碳纤维
- 纤维质
- 版：例如 应力皮层

程序混凝土

- 直竖楼板
- 快速养护

材料／程序之发展



图片提供：麻省理工学院「开放式课程网页」。

结构组件之组合



第三部份：整合案例之分析

整合之可能性

二系统之组合

1. 结构与围封
2. 结构与照明

三系统之组合

3. 结构，照明与围封
4. 结构，围封与服务系统
5. 结构，服务系统与照明
6. 结构，机电系统与照明

案例分析



(译注) 图片来源: 1. <http://www.arch.ncku.edu.tw/archit/s10/kahn.htm>
2. <http://www.fosterandpartners.com/internetsite/html/simple.html>
3. <http://www.ad.ntust.edu.tw/grad/think/>

格兰·穆卡特：住宅

刘易斯·康：美国德州福特华斯市金贝尔美术馆

班尼奇建筑师事务所：德国波昂联邦大会与众议院扩建案

诺曼·福斯特爵士：英国伦敦坦斯特机场

诺曼·福斯特爵士：英国诺文治塞恩斯伯里艺廊

诺曼·福斯特爵士：英国达克斯福美国空军美术馆

7. 结构，围封与营建程序

矶崎荒户：法国巴黎国家议会厅

四系统之组合

8. 结构，围封，机电系统与照明

诺曼·福斯特爵士：德国柏林国会大厦改建案

参考 瑞史，第六章与第七章

案例分析 1：二系统整合

格兰·穆卡特

结构与服务系统

小型建筑

结构

轻量 / 圆柱金属结构

服务系统

自然通风

活动外墙组件

金属屋顶表面以降低夜间之热损失

依据 格兰·穆卡特，*建筑物与计划案*，
弗朗索瓦丝·佛罗蒙特

「区域地质、水道测量、风土气候与主要风向，



决定了房屋之位置、结构，以及立面为通风需要而接受微风之较少或较多的渗透性。不同季节之太阳入射角，则决定了屋顶出挑的尺寸，它切断了夏季太阳之垂直光线，同时立面上方玻璃的高度，则可允许低的冬季阳光照入而弥漫于室内中心…因此，立面成为结果，并非明确而形式上的由建筑师来构成。」

案例分析 2：二系统整合

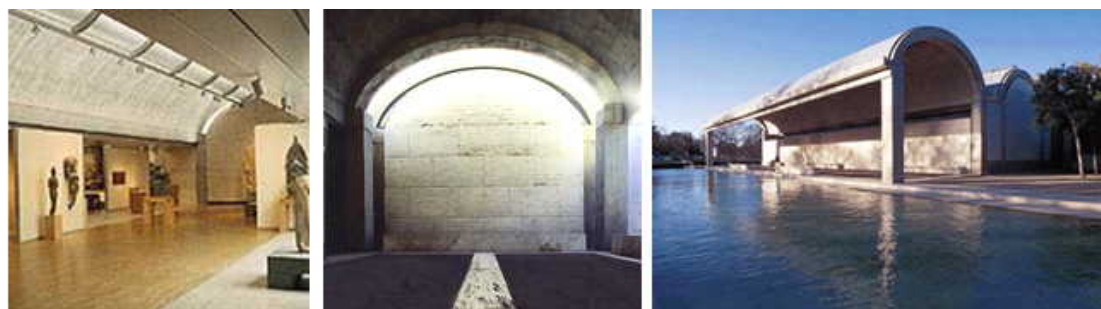
结构，照明

刘易斯·康

金贝尔美术馆

结构

由柱子所支承之摆线形拱顶
与拱顶及一系列拱之作用并不相同，
摆线之外形会促使其结构行为，
更像一安置于柱子顶端上的拱形曲梁



(译注) 图片来源: 1. <http://www.ad.ntust.edu.tw/grad/think/HOMEWORK/2003/edung/pp/arch.htm>
2. <http://140.125.151.167/lj/My%20Web/012-1-1.htm>

照明

自然光线

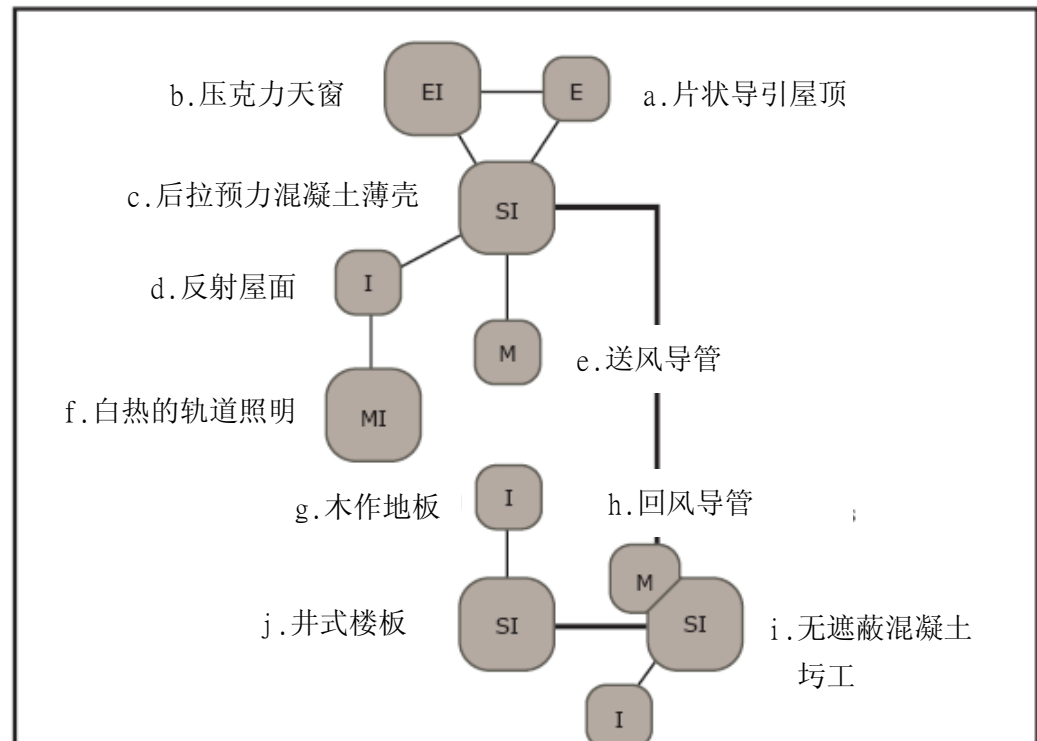
由摆线形拱顶中央分开而提供

同时，结构亦许可在末端之支承拱的下方边缘处开口。

案例分析 2：二系统整合 结构，照明

刘易斯·康

金贝尔美术馆



案例分析3：三系统整合 结构，围封，照明

班尼奇建筑师事务所

德国联邦大会与众议院扩建案，波昂

结构

钢骨构架建筑

围封

各式玻璃与金属包覆组件



照明

各式自然日光科技

案例分析4：三系统整合 结构，围封，服务系统

诺曼·福斯特

英国伦敦坦斯特机场

结构

以钢管与缆索模块单元为基本之建筑设计

服务系统

设置于这些结构间隔之间，并整合于设计之中的送风与回风系统

围封



预置之屋顶组件整个举起，而设置于结构模块之上

并且，应注意沿着屋顶边缘之「破坏者」，
它意图改变作用于屋顶这部份之空气压力的集中方向。

以及

照明

自然光线柔和装置与屋顶组件相结合

案例分析4：三系统整合

结构，围封，服务系统

图片授权：路德希维·阿培基（译注：OIII网站）及Structurae网站。

诺曼·福斯特

英国伦敦坦斯特机场



图片授权：路德希维·阿培基（译注：OIII 网站）及 Structurae 网站。

案例分析5：三系统整合 结构，服务系统与照明

诺曼·福斯特

英国诺文治塞恩斯伯里艺廊

（译注：该中心现名为 Sainsbury Centre for Visual Arts）

结构

三维钢管桁架：墙与屋顶构造
间隙空间提供机电设备穿越
跨度大大地增加因而无需室内柱

服务系统



机电设备与分布网络收纳于
由结构所形成之间隙空间之中

照明

因为建筑物是由嵌板化系统组合而成，
是故，自然光源能够沿着建筑皮层
在空间任何位置洒入。

案例分析6：三系统整合 结构，围封与照明

诺曼·福斯特爵士

英国达克斯福美国空军美术馆

结构

以预铸及场铸混凝土构造形成大跨距薄壳

围封

混凝土量体使每日室内的温度振荡极小化

照明

允许经由边缘环境
与垂直玻璃墙面透入光线



(译注) 图片来源: 1. <http://www.fosterandpartners.com/internetsite/html/simple.html>
2. <http://aam.iwm.org.uk/>

案例分析8: 四系统整合 结构, 服务系统, 围封与照明

诺曼·福斯特爵士

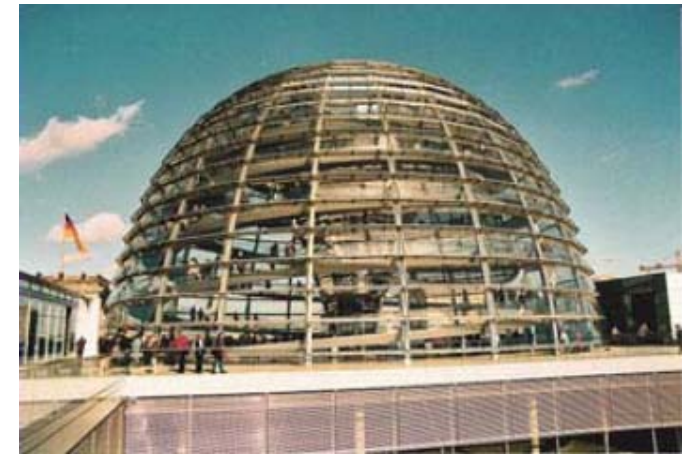
德国柏林国会大厦改建案

结构

国会议事厅钢骨屋顶结构

服务系统

自然通风
利用公元1890年代之原始建筑物其中的既存自然通风管道,
使得国会会议厅可以自然通风。



而且，暖气与电力发电机，则使用精炼自向日葵种子之蔬菜油燃料。它已降低了94%的二氧化碳排放量。

围封

提供自然通风与照明之服务

照明

利用一系列多角度且附着于中央服务核心之镜面，让自然光线向下反射进入国会议事厅。

案例分析8：四系统整合

结构，机电系统，围封与照明

诺曼·福斯特爵士

德国柏林国会大厦改建案

现今建筑物的能源使用量占西方世界总使用量之1 / 2。

世界每年能源生产量的 3 / 4 为地球 1 / 4 的人口所消耗。



