

厂房结构的装配化与 抗震设计手册

范良干 文良谟 范垂钧

水利电力出版社

厂房结构的装配化与 抗震设计手册

范良干 文良谟 范垂钧

水利电力出版社

责任编辑 蒋仁敏

厂房结构的装配化与抗震设计手册

范良干 文良谟 范垂钧

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

850 × 1168毫米 32开本 12.125印张 320千字

1990年4月第一版 1990年4月北京第一次印刷

印数 0001 — 5270册

ISBN 7-120-00976-1/TU·22

定价 7.00元

前 言

钢筋混凝土厂房结构的装配化是实现建筑工业化施工的主要途径。实践经验证明，装配式结构比一般现浇结构有以下优点：

（1）扩大施工机械化范围，改善劳动条件，提高劳动生产率。

（2）加快建设速度，缩短工期，有利于保证施工质量。

（3）可节约模板。

（4）有利于采用高强、轻质的建筑材料及新的结构形式，从而可节省材料和投资。

近年来，装配式厂房的建造量有很大的发展，已逐渐变成一种主要的结构形式。尤其对于象大型火力发电厂那样的庞大厂房，由于柱距大、楼层高、机械化施工水平要求高，采用装配式结构更有必要。

另一方面，通过国内外的地震震害总结，对于装配式厂房的抗震设计引起了工程界的特别关注，并进行了大量的震害分析和科学试验，为今后的工程设计提供了可靠的依据。

本手册主要是结合火力发电厂主厂房结构的特点，在总结实践经验及科研成果的基础上，根据现行设计规范进行编写的。手册共分两章，第一章着重介绍装配式厂房的布置原则、计算方法及构造要求；第二章系统地介绍厂房抗震设计方法。考虑到使用的方便，对地震的一般知识进行了简要的说明。

手册的第一章第四节由能源部华北电力设计院范垂钧同志执笔，第一章其他各节由能源部电力规划设计总院范良干同志执

内 容 提 要

本手册介绍钢筋混凝土厂房结构的装配化与抗震设计方法。手册共分两章，第一章着重介绍装配式厂房的布置原则、计算方法及构造要求；第二章系统地介绍厂房结构的抗震设计，并对地震的一般知识进行了简要的说明。在各章节中列出了代表性的计算例题。

本手册可供土建设计人员、科研人员及有关院校师生参考。

目 录

前 言

第一章 装配式厂房设计	(1)
第一节 装配式厂房布置	(1)
第二节 承重结构设计	(9)
第三节 围护结构设计	(62)
第四节 节点设计	(113)
第五节 埋件设计	(227)
第六节 构件的施工要求	(245)
第二章 厂房抗震设计	(260)
第一节 地震的一般知识	(260)
第二节 抗震设计的一般原则和要求	(267)
第三节 抗震措施	(279)
第四节 抗震计算	(284)
第五节 抗震构造	(335)
附录一 纵向框架温度应力计算方法	(360)
附录二 抗震墙设计、框架节点及扭转计算	(367)
参考文献	(378)

第一章 装配式厂房设计

第一节 装配式厂房布置

一、建筑模数制

(1) 采用装配式结构是实现建筑工业化的有利手段。在进行装配式厂房设计时必须使不同的建筑物及其各组成部分之间统一协调,以减少构件类型,并有一定的通用性。因此厂房的布置应遵守《厂房建筑统一化基本规则》(TJ6-74)和《建筑统一模数制》(GBJ2-73)的有关规定,以逐步提高设计标准化、构件工厂化、施工机械化的水平。

(2) 目前某些厂房(如火电厂)的主机设备尺寸与统一模数制尚不协调,立即全面改成统一模数尚存在一定困难,为此,对电厂主厂房平面、竖向参数作了补充规定,见表1-1。

表 1-1 主厂房平面、竖向尺寸数列表 (mm)

尺寸名称	柱 距	汽机或锅炉间跨度	架构跨度	屋架下弦标高	运转层楼面标高	各楼层标高	吊车轨顶标高	伸缩缝插入距
模数代号	30M ₀ (10M ₀)	60M ₀ (30M ₀)	30M ₀ (15M ₀)	3M ₀	3M ₀	3M ₀	3M ₀	6M ₀
数 列 尺 寸						∴		1200
						3600		1800
						3900		
						4200		
						4500		

续表

尺寸名称	柱 距	汽机或锅炉间跨度	架构跨度	屋架下弦标高	运转层楼面标高	各楼层标高	吊车轨顶标高	伸缩缝插入距
模数代号	30M ₀ (10M ₀)	60M ₀ (30M ₀)	30M ₀ (15M ₀)	3M ₀	3M ₀	3M ₀	3M ₀	6M ₀
数 列 尺 寸					6000	4800		
	6000		6000		6300	5100		
			(7500)		6600	5400		
	(8000)		9000		6900	5700		
	9000		(10500)		7200	6000		
	12000	12000	12000		7500	6300		
		(15000)	(13500)	16800	7800	6600	15000	
		18000	15000	17100	8100	6900	15300	
		(21000)		17400	8400	7200	15600	
		24000		17700	8700	7500	15900	
		(27000)		∴	∴	∴	∴	
		30000		19200	10200	9000	18600	
		(33000)		∴	∴	∴	∴	
		36000		20700	11700	10500	20100	
		42000		∴	∴	∴	∴	

注 1. M₀ 为基本模数，等于100mm；
2. 括号内数字系电厂主厂房补充数列。

二、结构类型

装配式厂房一般可分为三种结构形式。

（一）排架结构

单层厂房一般采用排架体系。排架由柱子及横梁（屋架）组成承重系统，柱下端与基础固接，柱上端与横梁（屋架）铰接。排架与排架之间通过屋面板、吊车梁、连系梁和各种支撑系统进行拉结，以保证厂房的稳定。

（二）框架结构

多层厂房一般采用框架体系，由柱、梁、板组成承重骨架。根据承重框架的受力特点又可分为以下几种类型：

（1）横向框架。这种框架的横向梁为承重主梁，纵向梁主要起联系、支撑作用。

（2）纵向框架。这种框架的纵向梁为承重主梁，横向梁主要起联系、支撑作用。

（3）双向框架。当楼面采用双向板时，框架的横向梁及纵向梁均为承重梁，共同起承重、联系、支撑作用。

承重框架按承受水平荷载和垂直荷载的不同，又可分为：

（1）纯框架。由框架本身承受全部的垂直荷载和水平荷载。

（2）剪力墙框架。承重框架主要承受垂直荷载，水平荷载则由单独设置的剪力墙承担。

根据承重框架施工方法的不同，又可分为：

（1）全装配式框架。除基础外，主要承重的柱、梁、楼板等均采用预制构件。

（2）装配整体式框架。水平构件（梁、板）采用预制，垂直构件（柱、剪力墙）采用现场浇灌形成整体结构。

（三）框排架结构

火电厂主厂房横向结构一般采用框排架体系，由除氧间、煤仓间的多层框架和汽机间或锅炉间的外侧柱及屋架组成。屋架与多层框架及外侧柱铰接。这种结构兼有排架与框架的共同特点，是装配式厂房的代表形式。在本手册以后各章、节中着重介绍这种结构的设计方法。

三、布置形式

(一) 排架结构

单层厂房的平面布置，应力求简单，避免复杂化。平面布置的基本形式，如图1-1。

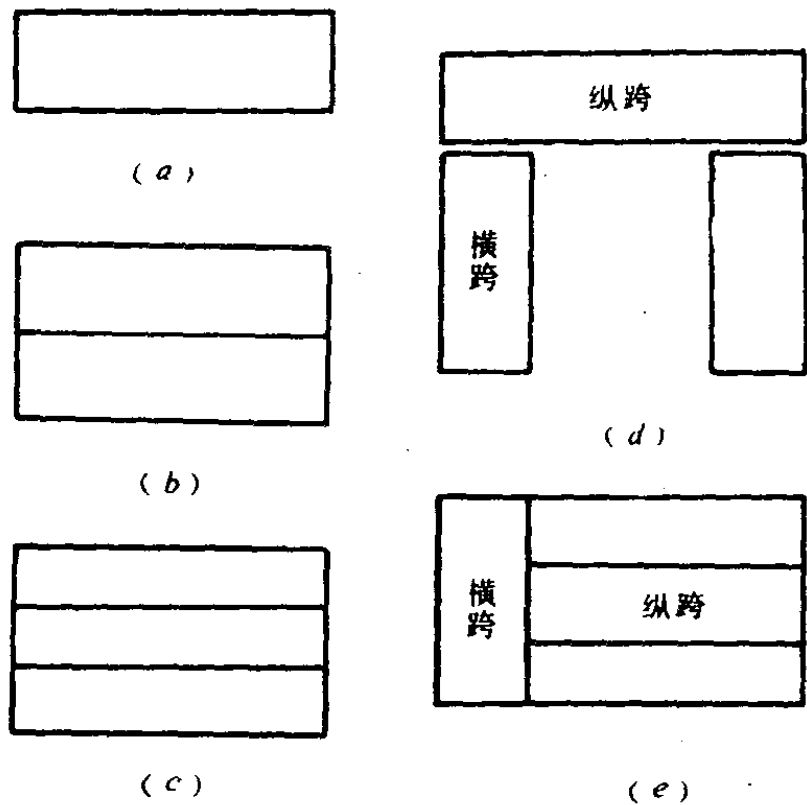


图 1-1 单层厂房平面布置

(a)单跨；(b)双跨；(c)三跨；(d)纵横跨U字形；(e)纵横跨

(二) 框架结构

多层厂房的平面布局以柱网表示。柱网布置在进深方向可采用单跨、两跨、三跨以至多跨。一般为方格式或内廊式(图1-2)。

柱网尺寸，在进深方向(L)一般采用4200、4500、5100、5400、5700、6000mm等。在开间方向(B)可采用2400、2700、3000、3300、3600、3900、4200mm等，以及按300mm模数进位的更大的柱距；对于楼梯间、电梯间、厕所等部位可安排较小的开间。

(三) 框排架结构

火电厂主厂房的布置形式有以下特点：

(1) 火电厂主厂房布置形式，一般应根据工艺、自然、施

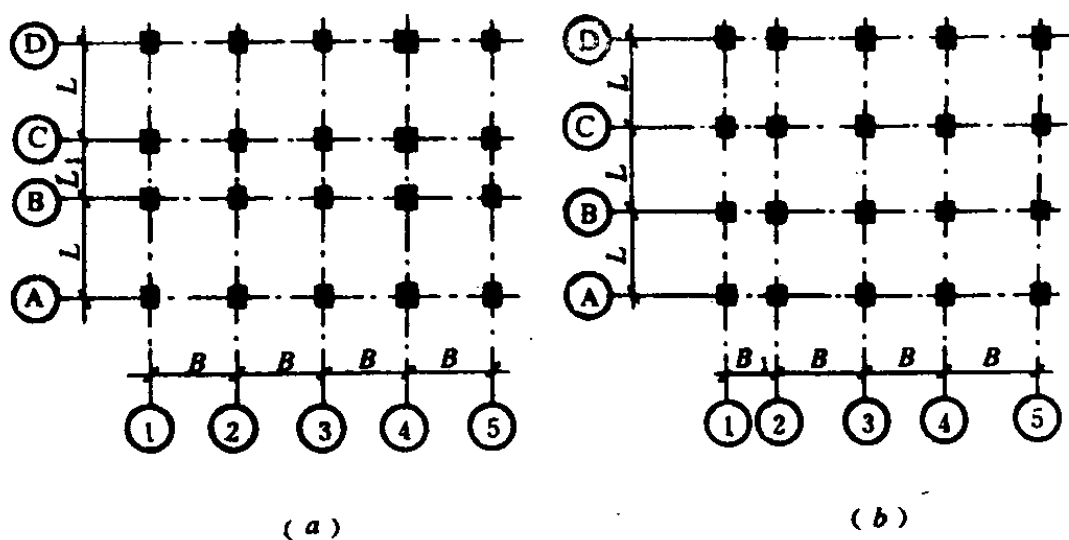


图 1-2 多层厂房柱网布置
(a)内廊式；(b)方格式

工、安装等条件确定。近年来由于电厂燃料（煤、油、气）的多样化，山区建厂场地条件限制，以及采用悬吊式锅炉，因此厂房布置形式较多，但一般常用平行式布置。其横向布置形式，对于燃煤电厂，根据煤仓间的位置，又可分为：外煤仓布置，除氧、煤仓间合并布置，除氧、煤仓间顺序布置三种形式（图1-3）。对于燃

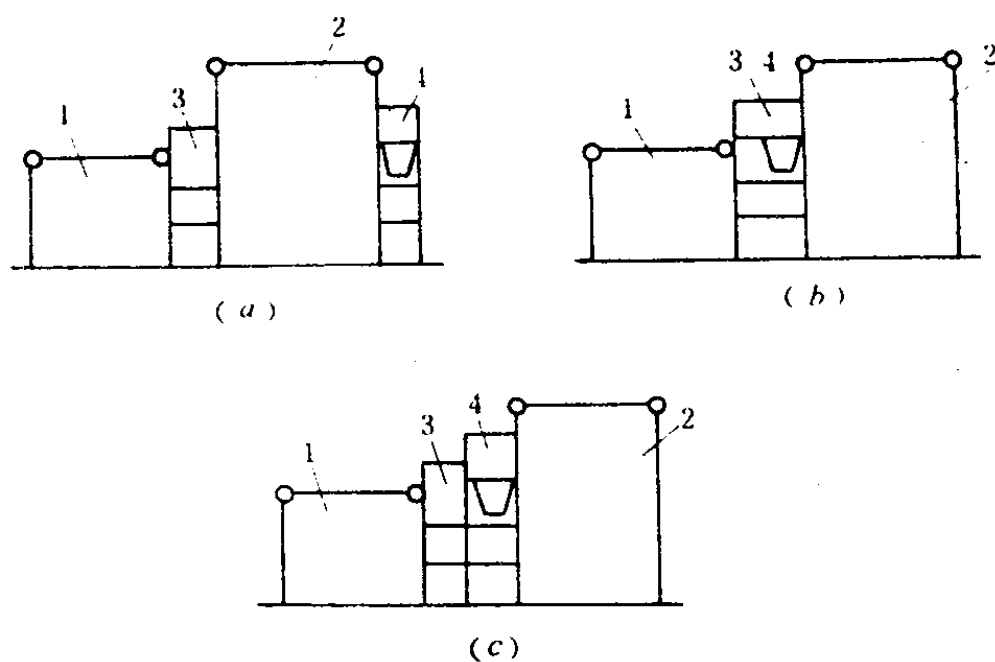


图 1-3 火电厂主厂房横向布置
(a)外煤仓布置；(b)除氧、煤仓间合并布置；(c)除氧、煤仓间顺序布置
1 一汽机房；2 一锅炉房；3 一除氧间；4 一煤仓间

油、燃气电厂，布置形式较简单，可设独立的除氧间，或将除氧器布置于汽机房或锅炉房内。

(2) 非塔式悬吊锅炉，当采用钢筋混凝土架构时，其结构布置有以下两种方案：

1) 独立布置 (图1-4a、图1-5b)：锅炉架构仅运转层与除

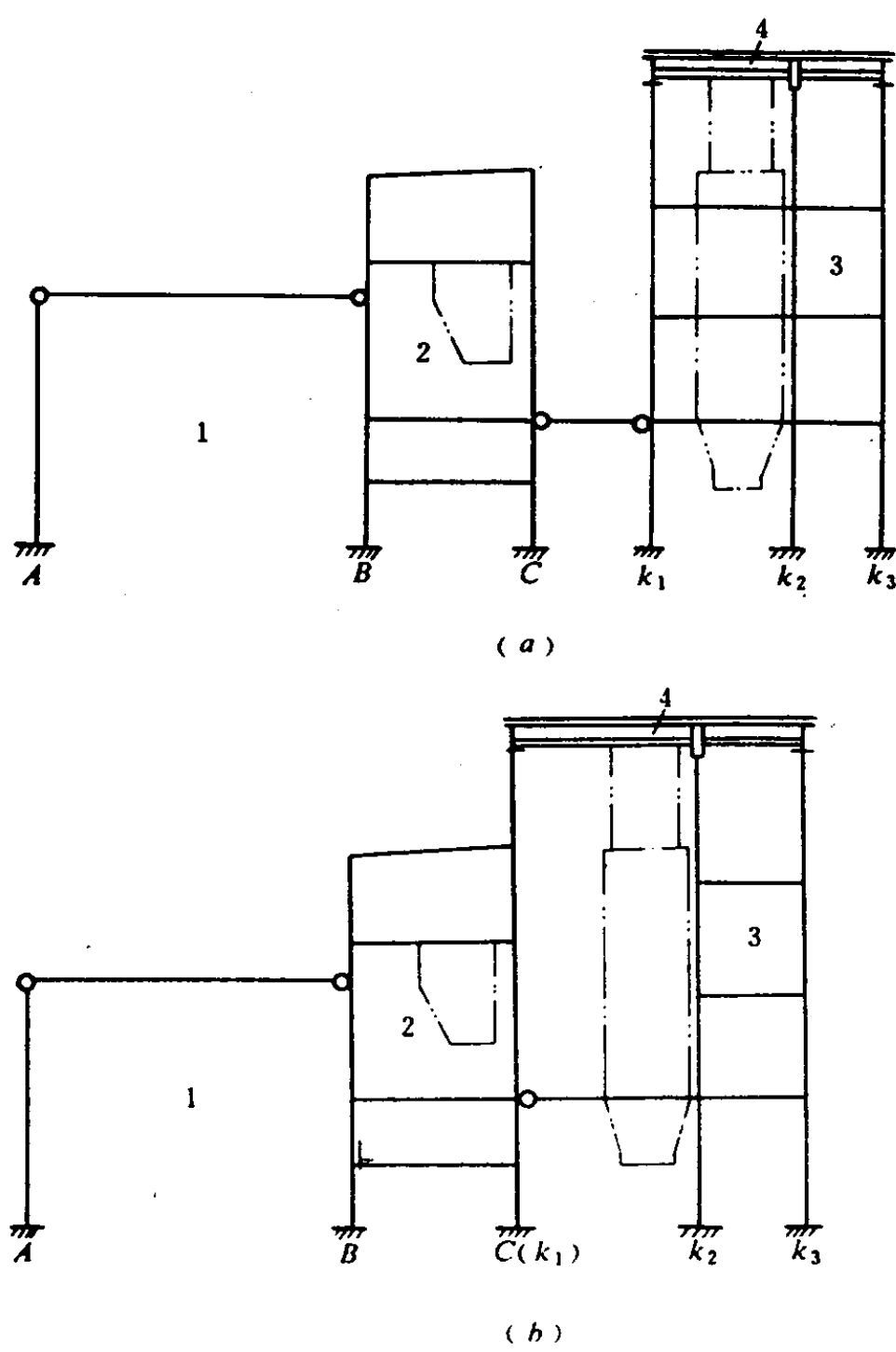


图 1-4 燃煤电厂悬炉布置

(a)独立布置； (b)联合布置

1—汽机房； 2—除氧煤仓间； 3—锅炉架构； 4—钢板梁

氧、煤仓间或汽机房相联，两者为独立体系，这种布置受力较明确，与厂房关联少，有利于抗震和设计标准化。

2) 联合布置 (图1-4b、图1-5b)：利用除氧、煤仓间架构，直接支承悬吊锅炉的钢板梁。锅炉架构与除氧煤仓间通过钢板梁联成整体。这种方案布置紧凑，占地少，节省工艺管线、电缆及土

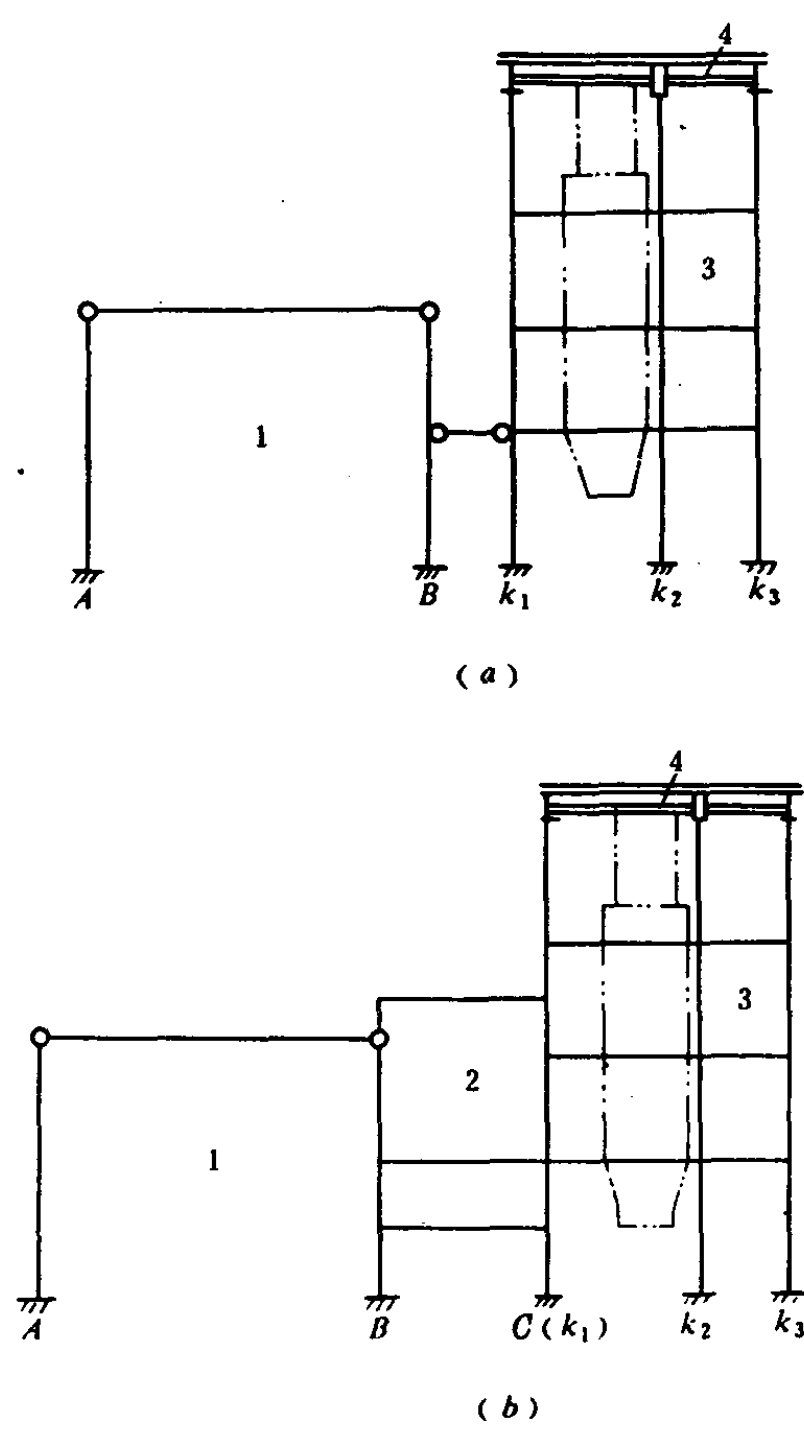


图 1-5 燃油、燃气电厂悬炉布置

(a)独立布置； (b)联合布置

1—汽机房； 2—除氧间； 3—锅炉架构； 4—钢板梁

建费用。

装配式主厂房一般采用独立布置。

(3) 燃煤电厂，除氧、煤仓间合并布置时为单跨架构，除氧、煤仓间顺序布置时为双跨架构。采用装配式结构，应优先选择单跨架构，它有以下优点：

1) 结构型式简单，预制构件的类型和数量较少，有利于设计和施工。

2) 由于荷载集中、跨度较大，因此能充分发挥构件的承载能力，有利于采用高强度材料。

3) 对机组布置的适应性较大，扩建时较灵活。

4) 楼梯、过道布置较集中，使用方便。

四、火电厂主厂房布置要求

为了尽量简化结构型式、减少构件种类，必须对工艺及建筑设计采取一定措施。根据以往经验，一般可参照以下原则进行厂房布置：

(1) 机炉布置应尽量采用单元系统，每台机炉设备和厂房柱的关系应取得一致，使厂房每个区段的结构和构造基本相同。

(2) 工艺管道应尽量集中、对称布置。

(3) 当除氧、煤仓间采用双跨架构时，应尽量使各层标高取得一致，避免楼层参差不齐。

(4) 当采用钢筋混凝土锅炉架构时，应由设计院与制造厂联合设计，结合厂房布置及工艺要求统一考虑，尽量使锅炉架构的柱距、跨度、标高与主厂房取得协调。

(5) 建筑平面力求整齐，空间处理应避免过多的高低屋面及在构造上有联系的披屋、平台。立面的窗户，当采用装配式墙板时以横向布置为宜。

五、火电厂主厂房伸缩缝间距

火电厂主厂房伸缩缝间距一般应考虑以下要求：

(1) 装配式主厂房纵向温度伸缩缝最大间距，根据使用经验和计算分析，一般不超过100m。

位于气候干燥、夏季炎热且暴雨频繁地区时，可按照使用经验适当减小伸缩缝间距。

当有充分论证或经过计算，温度应力满足要求时，可适当增大伸缩缝间距。

验算主厂房纵向框架温度应力的方法，可参照附录一。

(2) 温度伸缩缝的间距，应成为机炉单元间隔的整倍数。

(3) 伸缩缝的做法一般采用双柱双屋架，其插入柱之间的距离，应考虑框架接头施工操作的方便，一般不小于1200mm。

框架的地梁一般做成简支，以减少框架温度应力。

第二节 承重结构设计

一、一般原则

(一) 内力计算

(1) 火电厂主厂房框排架系整体空间结构，为简化计算可按纵、横平面结构体系进行应力分析。常见的几种横向框排架计算简图见图1-6。对200000kW以上机组的主厂房框排架应采用电算联解。

当将横向框排架简化为单元体进行应力分析时，汽机房外侧柱顶支点反力系数一般取0.95~1.0。当燃油、气电厂汽机房屋架下弦比框架高时，汽机房外侧柱顶支点反力系数可取0.85。

(2) 附有披跨的排架厂房，当披跨柱截面的刚度($E_0 I_0$)小于或等于相连的主跨排架柱截面刚度($E_z I_z$)的1/20时，排架柱内力可按下列规定进行简化计算(见图1-7)。

1) 披跨柱内力按单柱计算。对于风荷载产生的内力，其柱顶反力系数可取0.80。

2) 主跨排架柱内力计算时，不考虑披跨柱参加工作，仅考虑披跨柱的柱顶不动铰支点反力通过披跨横梁作用于主跨排架。

(3) 附有铰接平台的排架厂房，其平台对厂房柱的影响，可根据刚度比(n_p)值不同，分别处理(图1-8)。平台柱与厂房

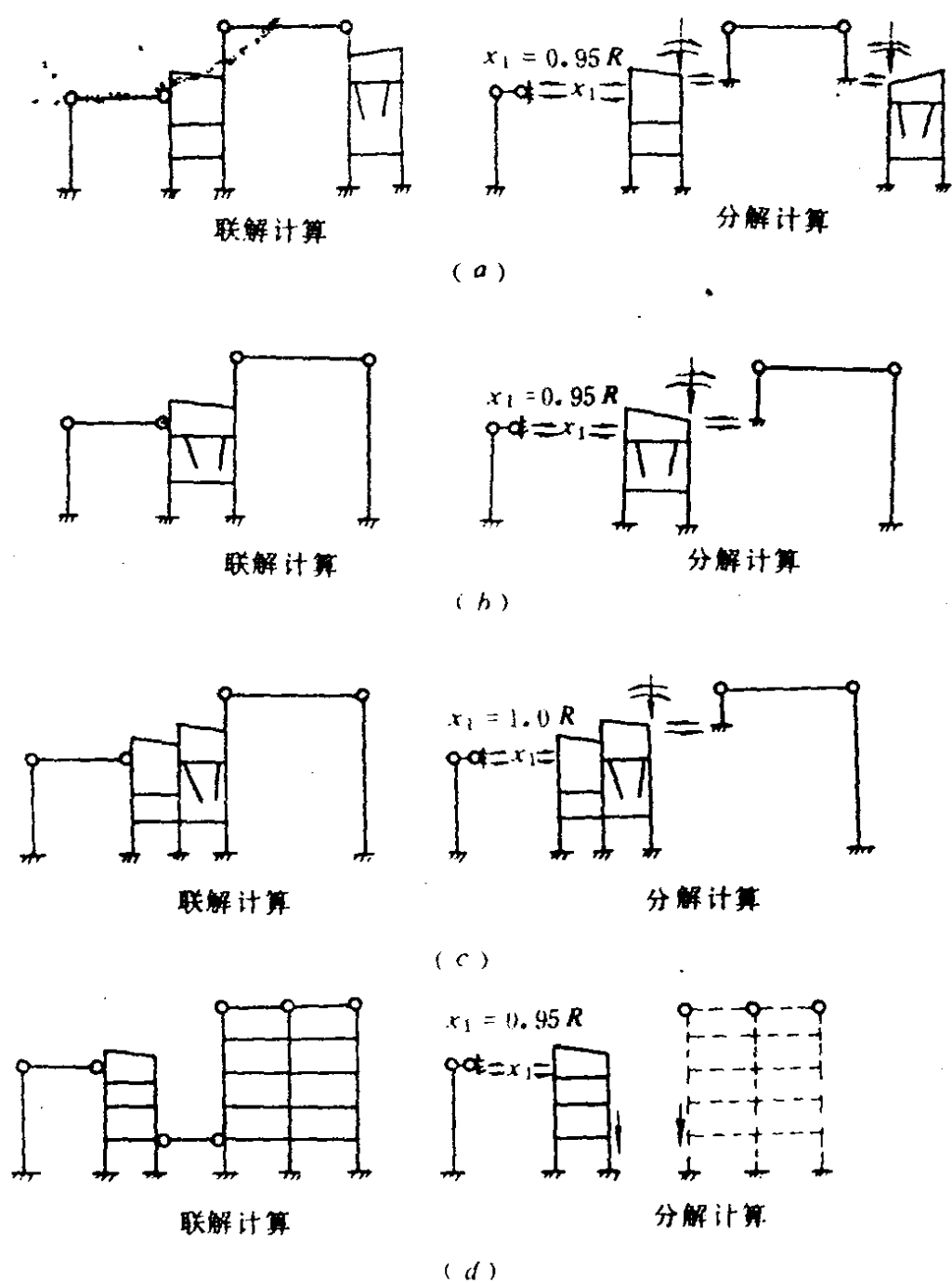


图 1-6 电厂主厂房横向框排架计算简图

(a) 外煤仓式；(b) 内煤仓式（单框架）；(c) 内煤仓式（双框架）；(d) 悬吊锅炉独立式

柱（下柱）的刚度比，按下式计算：

$$n_p = \frac{\sum E_p I_p}{E_x I_x} \quad (1-1)$$

式中 $\sum E_p I_p$ ——对应同列厂房柱的所有平台柱的截面刚度；
 $E_x I_x$ ——厂房柱（下柱）的截面刚度。

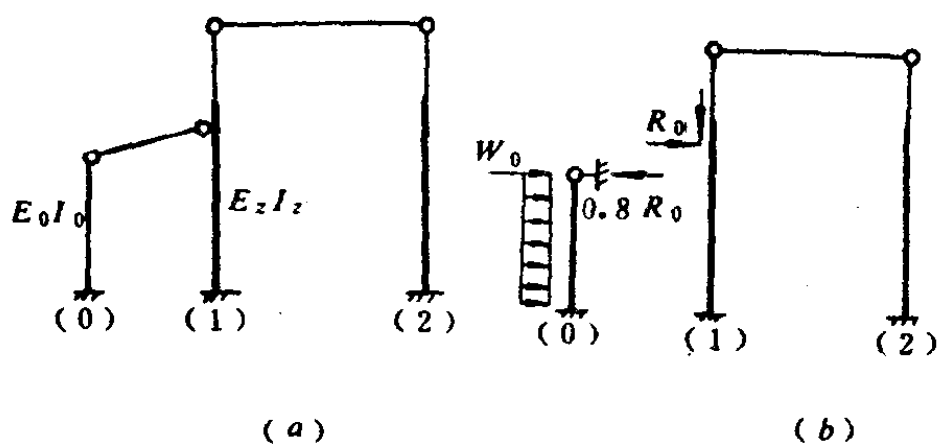


图 1-7 附有披跨的排架计算简图

(a) 联解计算; (b) 简化计算

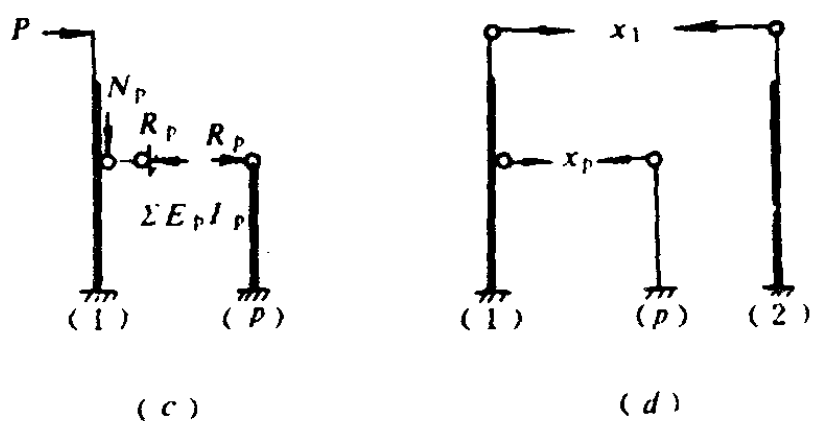
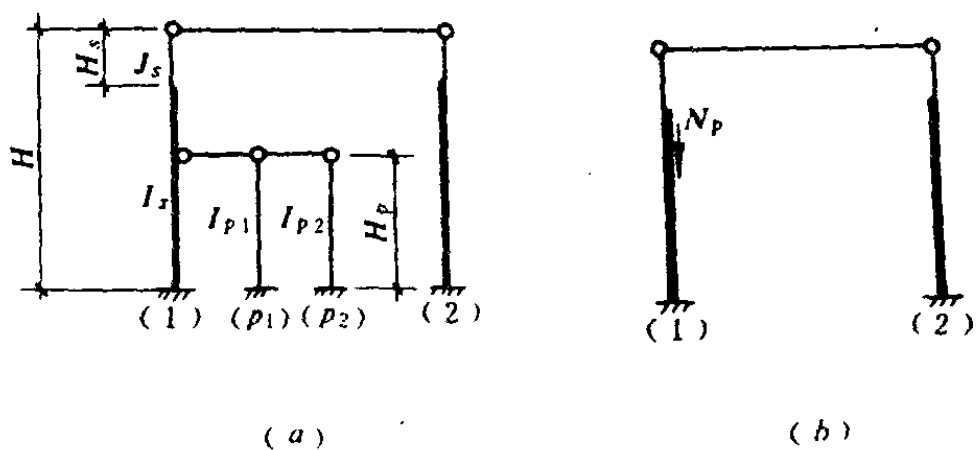


图 1-8 附有铰接平台的排架计算简图

(a)附有铰接平台的排架; (b)不考虑平台柱的作用;
(c)将平台作为不动铰支点; (d)平台柱与厂房柱联解