

编 号: (78)017

内 部

出国参观考察报告

巴基斯坦工业厂房

科学技术文献出版社

出国参观考察报告

巴基斯坦工业厂房

(内部发行)

编者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 6印张 154千字

统一书号：15176·335 定价：0.65元

1978年9月出版 印数：8000册

目 录

一、考察概况	(1)
二、巴基斯坦工业建设中的一些特点	(2)
三、几点意见和建议	(17)
附件：巴基斯坦部分工厂参观情况介绍	(19)
一、巴基斯坦兰地机床厂	(19)
二、巴基斯坦伊斯兰堡铁路车辆厂	(33)
三、巴基斯坦电话机工业公司	(39)
四、斯瓦特陶瓷厂	(46)
五、巴基斯坦军工厂	(48)
六、巴基斯坦西门子工程有限公司	(53)
七、巴基斯坦工程有限公司	(56)
八、巴基斯坦国家电气公司	(63)
九、培拉内燃机厂	(64)
十、国家汽车厂	(68)
十一、中心柴油机厂	(72)
十二、飞机修理厂	(74)
十三、R. C. D. 轴承厂	(75)
十四、人民钢厂	(77)
十五、克利森特黄麻厂	(81)
十六、达乌德 (DAWOOD) 化肥厂	(83)
十七、首都钢厂	(85)
十八、石棉水泥制品厂	(90)
十九、法鲁克化工厂	(92)
二十、克鲁特逊有限公司 (KRUDDSON LTD) 搪瓷制品和铝合金制品厂	(93)
二十一、巴德木工厂	(94)
二十二、卡勃尔木材加工厂	(95)
二十三、阿特姆吉纸板厂	(96)

巴基斯坦工业厂房

赴巴基斯坦工业厂房考察组

一、考察概况

根据中巴技术合作协定，应巴基斯坦政府生产部的邀请，由一机部组成工业厂房技术考察组，去巴基斯坦进行考察访问。考察的目的主要是：学习巴基斯坦工业建设的经验和工业厂房建筑结构的特点，着重了解联合厂房、多层厂房的做法，并从考察中了解一些国外工业厂房发展的趋势，作为我国工业厂房建筑结构改革的借鉴。

考察组于1977年11月18日启程，12月26日回国，在国外停留三十七天。由于正值巴基斯坦的宗教节日，正式考察活动从11月26日开始，12月19日结束，共二十四天。巴政府生产部委托塔克西拉重型铸锻件厂负责具体的接待，并派人陪同。在巴期间先后访问了拉瓦尔品第、白夏瓦、拉合尔和卡拉奇等四个地区，参观了以下几个单位：

1. 正在施工的三项大型民用建筑：总统府、议会大厦、海亚特宾馆；
2. 二十七个工厂。其中六个建筑材料厂、一个纸板厂、一个化肥厂、一个黄麻厂、十八个机械和冶金工厂（包括我国援建的塔克西拉重机厂和重型铸锻件厂）。

另外，并同有关人员进行了技术座谈。

在参观访问过程中，一方面进行技术考察，一方面开展友好活动，并适当做一些宣传工作，增进两国人民之间的了解和友谊。

巴基斯坦是一个发展中的国家，在技术上虽然没有很多先进的东西，但近年来为了发展民族经济，自己建设了不少中小型工厂。我们这次参观的工厂，大部分是近十年来新建设的，一部分是老厂进行了扩建。同时也在外国的技术合作下，建设了一些比较大型的工厂，如与西德合作的铁路车辆厂；与瑞士合作的机床厂；与日本合作的人民钢厂，达乌德化肥厂；与中国合作的重机厂、重型铸锻件厂等。正如伟大领袖毛主席所指出：“国家不论大小，都各有长处和短处”。这些工厂在建设和设计上都有它的一些特点。

随着民族经济的发展和政府的鼓励（对建筑业十年内不实行国有化），巴基斯坦的建筑事业也有所发展。近年来不仅建设了一批工业建筑，还建设了不少大型的民用建筑和高层建筑。在结构型式上虽仍以现浇钢筋混凝土为主，但有一套成熟的施工经验，同时也在一些工程中采用予应力钢筋混凝土结构和轻型钢结构。与此同时，建筑材料业也有所发展。不少建筑材料，过去依靠进口的，现在能够自己生产了，如予应力高强钢丝、卫生陶瓷和瓷砖、冷弯薄壁型钢、油毡、铝合金门窗等。还有一些质量较好的建筑材料，如石棉水泥制品、油漆、粉刷材料，混凝土掺合料，木材贴面板等，可供我们发展建材的参考。

二、巴基斯坦工业建设中的一些特点

(一) 近年来民族经济发展较快

近年来巴基斯坦的民族经济发展较快，综合起来有下列因素：

1. 组织起来走专业化协作的道路。

为了促进民族经济的发展，巴基斯坦政府近年来对一些主要的工矿企业实行了国有化，并根据组织起来的原则，组成了巴基斯坦国家汽车公司、重型机械和机床公司、钢铁公司、水泥公司等专业公司。巴基斯坦国家汽车公司下属有国家汽车厂、培拉内燃机厂、巴基斯坦拖拉机厂、巴基斯坦轮胎厂等十一个工厂。巴基斯坦国家重型机械和机床公司下属有塔克西拉重机厂、重型铸锻件厂、人民钢厂、兰地机床厂、国家电气公司等五个工厂。这样就便于组织专业化协作，形成配套一条龙。如巴基斯坦过去一直没有完整的汽车工业，现有的汽车厂只能制造一些小的零部件，如散热片、刹车片、千斤顶等。主要部件都靠外国供应，国内进行装配。目前自给率仅百分之四十。为了逐步提高自给率，在巴基斯坦国家汽车公司组织下拟订了一个专业化协作配套计划：柴油发动机由培拉内燃机厂和卡拉奇造船厂制造；齿轮箱和后桥由兰地机床厂制造；前桥和大梁由塔克西拉重机厂制造；铸锻件毛坯由重型铸锻件厂供应；减震器、弹簧钢板也由另外的工厂生产。计划1978年自给率达到百分之六十二，以后逐步达到完全自给。

2. 培养技术力量，引进国外技术，争取自力更生。

巴基斯坦由于工业基础差，在工业建设中一般都靠引进技术和设备，并争取自力更生。措施之一是重视技术力量的培养。巴基斯坦很多工厂都有自己的技工学校。与外国技术合作的项目，都派人去国外培训。这样对掌握生产技术，提高工厂管理水平有很大好处。如与西德合作的铁路车辆厂，在建厂的同时就派出相当数量的技术人员和工长去西德培训。因此，在建成投产后不久，就能自己管理工厂的生产，并根据本国的资源和条件，修改西德的设计。现已做到百分之七十五的原材料本国解决。目前不仅已满足国内需要，还向孟加拉、阿尔及利亚等国出口。这个厂现在还继续分批派出设计人员去西德学习，以便进一步提高。我们援建的塔克西拉重机厂，1970年投产移交后，现在也全部由巴方经营管理，不仅支援了国家建设，且已做到有上缴利润。

3. 由小到大，逐步发展。

从参观中还看到，巴基斯坦的工厂在投产后，经过一段生产实践，都有不同程度的调整和发展。如哈里普电话机厂和国家汽车厂投产十多年，已经扩建一次，并且还留有发展余地。西门子电气公司投产十多年，由于产品规格提高，工艺设备已经过一次调整，目前又在进行厂房扩建，厂区还有发展余地。巴基斯坦工程公司和首都钢厂也分别进行了大规模的扩建。前者增建了一个炼钢车间，后者增建了一个冷弯薄壁型钢车间和高强钢丝分厂。中心柴油机厂投产十年，四年前已增建一备件车间，目前主厂房正在扩建。铁路车辆厂投产七年，已在进行厂房扩建设计。其他如兰地机床厂，培拉内燃机厂，斯瓦特陶瓷厂等在设计中均考虑了发展的因素。

以上这些工厂由于在建设时都考虑了由小到大、逐步发展的总体规划，所以在工厂设计上都能较好的满足生产发展的需要。如国家汽车厂原有厂房面积12700平方米，每天装配

BEDFORD卡车20~25辆, 1965年扩建厂房11800平米, 土建工期六个月, 设备安装调试十八个月, 现有两条装配线, 生产三种车型(BEDFORD卡车、HINO 卡车、TOYATA吉普车), 日产40~42辆。中心柴油机厂原有建筑面积24220平米, 每年大修柴油机车100辆。大修车间和重型电气修理车间扩建后, 建筑面积增加2260平方米, 每年可大修机车150辆。这样投资少, 见效快, 有利于生产的发展(见图1—1、2—1、3—1、4—1、6—1、9—1、10—1)。^{*}

工厂设计在考虑发展和调整方面有两种做法:

1) 在总图上作出总体规划, 预留扩建和续建用地, 在土建和公用上采取适应工艺生产调整和发展灵活性的措施。如兰地机床厂在总体规划和工厂设计中采取了下列措施:

(1) 总图上考虑了生产厂房、仓库、生活间、办公楼等的规划和发展用地。规划共有1~4#四个生产厂房(各为三万平米)。第一期工程只建1#厂房的八分之五, 2#厂房的八分之三和相应的生活间、仓库。办公楼也先建三分之一;

(2) 生产厂房的辅助、办公部门集中设在厂房的东侧, 保证其它方向可以扩建, 同时不影响工艺设备的调整;

(3) 预制钢筋混凝土墙板插入柱子的预留槽中, 扩建时便于拆卸;

(4) 生产厂房采用25×25米的方形大柱网, 不仅面积利用好, 且能适应工艺和设备变更的要求;

(5) 厂房地坪下普遍设置动力地沟和埋管, 使动力管线的布置具有较大的灵活性, 能适应工艺改革和生产发展的需要;

(6) 目前生产上需要的起重量为0.75~1.5吨, 但每榀屋架上都考虑两组 $Q=5\sim6$ 吨悬挂梁式吊车的荷载;

(7) 屋架下弦上每隔一米左右设一组预留孔, 保证任何一点都能设置悬挂荷载;

(8) 厂房的每一部分都有良好的采光和通风, 保证工艺调整时不受限制;

(9) 所有钢筋混凝土柱中和托梁底面, 每隔一定距离都予埋管和预埋件, 便于铺设动力管线。

2) 当生产发展需要扩建的厂房面积不大时, 则厂房一次建成。厂房内预留增加生产线和设备的地位。如培拉内燃机厂, 厂房面积6900平米, 内有两条加工生产线(一条缸盖, 一条缸体)和一条装配线。三条生产线的能力不平衡。缸盖加工线单班年产7000~8000件, 缸体加工线单班年产6000件, 装配线单班年产10000台。厂房内预留一些空地, 据介绍只要适当增加一些设备, 单班年产即可达12000~15000台。又如斯瓦特陶瓷厂, 厂房面积21200平米, 宽度方向为十个11米柱距。一条瓷砖生产线、一条卫生陶瓷生产线, 各占用四个柱距。两条生产线之间留有两个柱距的空地, 供发展时增加生产线之用, 今后产量可以翻一番。兰地机床厂的锻工车间和动力站也是一次建成。这样土建投资稍为增加一些, 对发展生产很方便有利(见图4—2、9—2)。

4. 采取措施加快建设进度。

从考察中还看到有些工厂的建设速度较快, 投资效果也较好(见表1)。

^{*} 本章中引用插图参见本报告附件部分。

表 1

序号	工厂名称	生产纲领	占地面积	建筑面积	建设期	目前生产情况
			(公顷)	(平米)		
1	伊斯兰堡铁路车辆厂	单班年产铁路客车150辆	23.50	5万多	1969年8月—1970年6月, 共一年另三个月	投产后三年达设计水平。目前不仅满足本国需要, 并向孟加拉、阿尔及利亚等国出口
2	首都钢厂新建高强钢丝分厂	年产予应力高强钢丝、予应力钢丝索、钢丝绳、镀锌电缆芯等十一种产品一万吨		1万	一年左右	
3	克利森特黄麻厂	平均月产麻袋和麻袋片900吨	8.76	49800	土建施工期十五个月	
4	斯瓦特陶瓷厂	年产磁砖2400吨 卫生陶瓷2000吨	6.20	25000	1975年4月—1976年12月, 共二十个月(土建工期十五个月)	投产后三年达设计水平
5	R.C.D轴承厂	年产 $\phi 30-110$ 轴承350万套	3.24	4400	1970年8月—1970年12月, 共九个月	目前一班生产, 77年产量估计为160万套
6	塔拉内燃机厂	单班年产柴油发动机6000台	11.33	8000	土建1971年11月—1972年12月 设备安装1973年4月—1973年11月, 共二十一个月	
7	白夏瓦造纸厂	日产纸100吨		4万多	1969年—1970年, 共十五个月	

初步分析, 这些工厂建设速度较快有下列措施:

1) 厂房建筑结构统一化。

一个工厂内的生产厂房尽可能采用相同的建筑模数和建筑结构型式。如铁路车辆厂主厂房的柱网为 25×10 米和 30×10 米, 锻工车间的柱网为 30×10 米。两个厂房均采用锯齿形屋盖的轻钢结构, 桁条、屋面梁、托梁、吊车梁、柱子等全厂通用。当地机床厂的1*、2*生产厂房和锻工车间, 柱网均为 25×25 米, 建筑结构型式也完全相同, 仅柱高不一样(生产厂房为10米, 锻工车间为14米)。所有予应力和予制钢筋混凝土构件均为通用。柱子的模板也统一。由于构件种类少, 便于施工中组织批量生产, 加快建设速度(见图1—1~1—13, 图2—2、2—3)。

2) 采用大面积的联合厂房代替分散的小车间。

所参观的工厂, 不少都是联合厂房。这种厂房型式不仅对生产工艺有好处, 而且可以节

约车间面积,减少建筑物外围结构面积以及管道、道路和围墙长度。由于土建工程量的减少,结构型式的统一,必然会相应加快建设速度。

3) 采用构件数量少,型式简单,加工方便的预制构件。

如铁路车辆厂的生产厂房,屋面为瓦楞铁皮,檩条为槽钢,屋面梁为单根小工字钢,柱子为单肢工字钢和少腹杆的双肢工字钢。构件数量少,型式简单,加工方便,施工速度快(见图2—2、2—3)。

4) 因地制宜,就地取材,广泛采用定型单元的现浇钢筋混凝土结构。

巴基斯坦各地的砂石资源较多,水泥产量不少,还有一些中小型的轧钢厂可以生产钢筋混凝土用的钢筋。加以当地气候炎热,混凝土施工不受季节影响。同时由于劳动力便宜,大型施工机具少。因此,在土建工程中广泛采用现浇钢筋混凝土结构。施工上也有一定的经验。厂房柱和梁采用钢模板(或木模内包白铁皮)、钢管脚手架。屋面采用整体单元模板。施工质量和进度一般都比较有保证。如当地机床厂锻工车间柱顶高14米,人民钢厂炼钢车间柱顶高23米多,施工偏差均不超过安装要求。又如克利森特黄麻厂,厂房面积43500平米,柱网为50×66英尺(15.2×20米),结构型式为现浇钢筋混凝土连续拱形框架,筒壳屋面。施工屋面时,每一柱网单元采用一个整体的钢模板,用四根立柱、滑链提升,四个钢架支承,共用五套钢模。辅助建筑6300平米,结构型式与生产厂房相同,仅柱网不一样,仓库为53英尺—4英尺×20英尺,服务部门为40×20英尺,且均设有梁式吊车。屋面施工采用在吊车梁上滑动的20英尺跨度的定型筒壳模板。全部土建工程十五个月完成,速度不慢(见图14—2、14—3、14—4)。

(二) 工业厂房倾向于采用扩大柱距和近乎方形柱网的联合厂房

参观的工厂中采用联合厂房形式的共有十一个(详见表2),面积从2800~45500平米,柱网为9×12米~25×25米。采用扩大柱距的厂房有十六个(详见表3),柱距为9~30米。从参观的少数几个多层厂房看也都采用中柱抽柱扩大柱距的布置。

1. 扩大柱距和方形柱网联合厂房的优点。

从参观的这些厂房中可以看到,扩大柱距和方形柱网的联合厂房有下列优点:

1) 扩大柱距的厂房,柱间面积可以充分利用,显著减少死角,从而节约车间面积(见图1—15、9—10、10—2)。

2) 扩大柱距和方形或近乎方形柱网的厂房使工艺布置灵活方便,不受方向的限制。这样就可以避免设置纵横跨,简化土建设计和施工,特别有利于生产的调整。

3) 方形或近乎方形柱网的联合厂房还具有下列优点:

(1) 使工艺布置紧凑,生产路线缩短,减少工序间的停留、运输、贮存,提高劳动生产率。据国外资料介绍,这种形式的厂房,每平方米上的产量可提高百分之十三;

(2) 节约用地,提高建筑系数。据国外资料介绍采用联合厂房时,建筑系数可达百分之四十以上。这一点通过考察得到了证实(见表4);

(3) 减少动力管线、铁路、道路和厂区围墙的长度;

(4) 减少厂房外围结构的面积,相应减少热损耗,降低暖通费用;

(5) 联合厂房的造价比几个小厂房的造价低,方形厂房的造价也比矩形和长条形厂房低;

(6) 减少土建工程量加快建设速度。

以上这些优点在有生产流水线的国家汽车厂、培拉内燃机厂、R. C. D轴承厂、克利

表2 方形或近方形柱网的联合厂房

序号	厂房名称	面积 (平米)	柱网		车间组成	备注
			跨度 (米)	柱距 (米)		
1	兰地机床厂1* 厂房	18750	25	25	大件、小件加工, 齿轮加工, 装配, 试验室, 辅助车间等。	试验室、精密机床间设在东侧小屋内, 主厂房内无隔断, 也无机械通风设备。
2	兰地机床厂2* 厂房	11250	25	25	工具机修、热处理、表面处理、有色压铸、焊接、木工、军工等。	热处理、表面处理与工具机修之间有到顶隔墙隔开, 压铸、热处理、木工有抽风装置, 焊接与军工之间矮墙隔开。
3	国家汽车公司 主厂房	24500	9.5	12.3	材料处理、金加工、工具、模具、磷化、铸造、热处理、抛光、电镀、五金零件、焊接、结构件、车体、底盘、装配、小车装配、总装、油漆、装饰、检验、研究和发展, 备件库等。	金工车间周围设金属隔断, 喷漆室为密封, 局部地区设机械通风, 厂房内无隔断墙。
4	哈里普电话机 厂零部件制造车间	13230	10.5	14	材料库、冲压、工具辅助、实习工场, 焊接、钳工、金工、电传打字电报机另部件制造、相应的办公仓库等。	各部门间用隔墙或隔断隔开。
5	斯瓦特陶瓷厂	21200	10	11	原材料粉碎, 搅拌, 瓷砖生产线、卫生陶瓷生产线, 成品库。	原材料粉碎、搅拌、卫生陶瓷浇注, 成品库用砖墙隔开, 部分设备有除尘装置。
6	克利森特黄麻 厂主厂房	43500	15.2	20	麻纺、麻织、缝制、包装等车间, 辅助部分及办公室楼。	麻纺麻织有恒温设施, 与缝制、包装之间用办公室辅助部分隔开, 全部为密闭厂房, 屋顶设轴流风扇, 人工照明, 机械通风。
7	国家电器公司 生产厂房	2800	9	12	金加工、热处理、电镀、塑料、压铸、喷漆、装配、产品检验、产品研究发展部。	厂房内无隔断, 喷漆为一小铁房利用水幕造成负压将漆雾吸去, 用排风管排出屋面(设备上的名牌为AEROSTYLE)。
8	培拉内燃机厂	7100	9	12	缸盖加工线, 缸体加工线, 柴油机装配线试验台。	柴油机装配线和柴油机试验室用隔墙隔开。

(续表 2)

序号	厂 房 名 称	面 积 (平方米)	柱 网		车 间 组 成	备 注
			跨 度 (米)	柱 距 (米)		
9	R. C. D轴 承厂	3800	10	10	切削、磨、热处理、装 配检验、包装、仓库、办 公、空调、动力、生活间 等。	生产厂房与辅助用房之 间用砖墙隔开，轴承装配 要求恒温，与加工之间用 砖墙隔开。
10	伊斯兰堡铁路 车辆厂主厂房	45500	10	25 30	结构车间、装配车间 (包括照明油漆)金工车 间、工具车间、铝制品车 间、管子工段、装饰工段 等。	平面为U字形，一翼为 结构车间，一翼为装修车 间，连接部分为辅助，三 部分之间用砖墙隔开，油 漆为喷漆棚。
11	西门子电器公 司生产厂房	7400	6.705	14.02	下料、金加工、冲压、 绕线、焊接、装配等车间 及仓库、检验辅助部分 等。	除辅助部分有隔间外， 厂房内无隔断墙。

表 3 扩 大 柱 距 的 厂 房

序 号	厂 房 名 称	面积 (平方米)	柱 网		备 注
			跨 度 (米)	柱 距 (米)	
1	兰地机床厂锻工车间	2500	25	25	边柱距为6.6
2	兰地机床厂实习工场		18	18	
3	瓦赫炮弹分厂机加工车间	8510	9	15	
4	瓦赫炮弹分厂雷管车间	11250	7.5	12	
5	瓦赫炮弹分厂锻工车间	4250	9	13.5	
6	瓦赫军工厂铸钢车间	21400	12	24	
				30	
7	瓦赫军工厂工具辅助车间	5760	10	12	
8	飞机修理厂发动机车间	11400	17.8	13.2	
9	巴基斯坦工程公司自行车车间	26400	20	18	
10	巴基斯坦工程公司结构车间	9560	18.5	18.5	
			13.5		
11	巴基斯坦工程公司炼钢车间	8925	20	8.5	
12	巴基斯坦工程公司轧钢车间	5376	12	12	
13	达乌德化肥厂成品库	24192	12	15	
14	伊斯兰堡铁路车辆厂锻工车间	3000	10	30	
15	中心柴油机厂大修车间	6589	27.2	7.57	
16	中心柴油机厂配件车间	2592	18	9	

表 4

序号	工厂名称	占地面积 (平米)	建筑面积 (平米)	建筑系数	备 注
1	国家汽车厂	49,700	27,450	55.2%	厂房尚可扩建2822平米
2	克利森特黄麻厂	87,600	49,800	56.84%	
3	斯瓦特陶瓷厂	62,000	25,000	40.32%	
4	伊斯兰堡铁路车辆厂	180,000	69,500	38%	
5	国家电气公司	14,500 (8,500)	4,000	27.59% (47.06%)	括号内数字不包括发展用地
6	兰地机床厂	718,200	327,708	45.63%	占地面积和建筑面积按总体规划。建筑面积中不包括露天堆场62400平米。
7	西门子电气公司	37,300	20,500	55%	总体规划
8	R. C. D轴承厂	15,500 (10,100)	4,510	29.1% (44.65%)	括号内数字不包括发展用地

森特黄麻厂等厂中表现更为明显（见图10—2）。

2. 巴基斯坦联合厂房的做法和特点：

1) 联合厂房的组成和处理方法。

从表2可以看出机械工厂中除铸工和锻工车间外，其他工艺都可以组织在一个联合厂房内，且以自然采光和自然通风为主。对于不同工艺之间的干扰，则可以采用局部通风、除尘、封闭和隔断墙等措施解决。如兰地机床厂2*厂房的有色压铸、热处理、表面处理和木工工部分别布置在相邻的两个跨度内，采用通风罩、湿吸通风机将烟气、木屑、灰尘排出厂外，各工部之间无隔断墙。国家电气公司联合厂房内采用水幕喷漆室，效果均较好（见图1—16、1—17）。

2) 联合厂房的起重运输问题。

除重型和冶金厂房外一般少用或不用桥吊，而代之以其他多种轻便灵活的起重运输设备。即使有桥吊的厂房，也有其他辅助运输设备（见表5）。

巴基斯坦工厂中采用的悬挂梁式吊车，起重重量比较大，而且按发展的要求配置。如西门子电气公司大件跨的悬挂梁吊车起重量为7.5吨，其余三跨虽目前不需要吊车，但设计上都考虑了加5吨悬挂梁式吊车的可能。正在扩建的两跨厂房，悬挂梁式吊车的起重重量更大，达15吨。这样就为取消天车，采用扩大柱网的联合厂房创造了条件（见图6—6）。

兰地机床厂利用30吨的轮胎吊，安装和检修大设备，也是一种解决的方法。其前提是厂房必须具有较大的柱网和净空高度。

西门子电气公司、培拉内燃机厂和瓦赫炮弹分厂采用摇臂吊和平衡吊来解决生产中的起重和工序间的运输。中心柴油机厂除桥吊外，也用摇臂吊作为辅助。据反映使用效果较好。特别是培拉内燃机厂，一个面积为7100平米的厂房内，采用了三十多台摇臂吊与辊道配合作为厂房内的主要起重运输工具，是比较突出的例子。手推小叉车在巴基斯坦的工厂中采用很

表5 几个工厂中起重运输设备的配备情况

[illegible]

注：（1）悬挂单轨吊有两种：一种悬吊在厂房结构的梁板下；一种是另立柱子。

(2) 西门子电气公司的有轨小车设有小转盘。

(3) 手推液压升降小车有两种形式：一种是叉式，一种是平板式。据介绍载重量为2吨。

广泛，使用很灵便（见图 1—18、1—19、1—20、6—6、9—11）。

以上各种起重运输设备都是比较简单和通用的。但从巴基斯坦工厂的使用情况来看,如能很好的组织和利用,基本上能满足中小型机械工厂生产的需要。这样就为采用大柱网的联合厂房解决了一个主要矛盾,同时对简化厂房结构,加快建设速度也有好处。

3) 扩大柱距的结构方案:

巴基斯坦的工业厂房在扩大柱网方面,总的来讲,有采用大柱距和小跨度(即托梁跨度大于屋架跨度)的趋向(见表2)。其优点是减少大构件的数量。扩大柱距有下列几种结构方案:

(1) 托梁方案, 结构型式有:

- ①现浇钢筋混凝土矩形断面。在锯齿形屋盖中与天窗侧板相结合，如斯瓦特陶瓷厂、西门子电气公司（见图4—3、6—2）。
- ②现浇钢筋混凝土U型断面，如哈里普电话机厂零部件制造车间（见图3—3）。
- ③予应力钢筋混凝土工字形断面，如瓦赫军工厂铸铜车间（见图5—2）。
- ④予应力钢筋混凝土U形和L形断面，如兰地机床厂（见图1—5、1—6）。
- ⑤实腹式工字形钢托梁，如伊斯兰堡铁路车辆厂（见图2—3）。
- ⑥桁架式钢托架，如瓦赫军工厂工具辅助车间。

(2) 檩条方案: 巴基斯坦工程公司的自行车车间柱距10米, 轧钢车间柱距12米, 炼钢车间柱距9米, 分别采用10米、12米、9米跨的格架式或三角形格架式檩条。这些檩条同时作为屋面支撑之用(见图7—2、7—4)。

(3) 吊车梁兼作托梁用：巴基斯坦工程公司的金结构车间，柱距为18.5米，屋架间距为9.25米，中间屋架由立在吊车梁上的小钢柱支承，吊车梁兼作托梁之用。9.25米的檩条也是三角形格架式（见图7—1）。

(4) 蜂窝式密肋屋面：培拉内燃机厂生产厂房柱网为30×40英尺。采用蜂窝式密肋屋面。采光、隔热、消音效果较好，经济指标也不差。据介绍造价比当地采用的其他结构型式低（见图9—3、9—6）。

(三) 在工业厂房设计中比较注意适用、经济和美观之间的关系

巴基斯坦工业厂房的布局，一般以满足生产使用要求为主。根据工艺生产要求确定合理的建筑模数，力求体型规整，平面紧凑。厂房平面一般为方形或矩形，很少采用纵横跨和异形布置。在这个基础上再考虑合理经济的建筑结构型式来保证采光、隔热、通风的要求。车间内部一般不作任何装修。工业厂房的外围设计也以满足功能为主，主要考虑如何减少辐射热。单层厂房一般少开侧窗或不开侧窗，不过份强调立面处理。多层厂房常利用遮阳板来处理立面（如哈普电话机厂），见图3—8、3—9。有的工厂利用办公楼来处理厂房立面（如国家电气公司、西门子电气公司）。

1. 工业厂房的建筑处理：

巴基斯坦大部分地区气候炎热，阳光强烈，雨天少但雨量集中。工业厂房又倾向于采用联合厂房。因此处理好采光、隔热、通风是工业厂房设计中的一个主要问题。

(1) 工业厂房的屋面形式和做法有以下几种：

- ①锯齿形屋面；
- ②带Π形天窗的坡形屋面；
- ③带通风屋脊和塑料采光带的坡形屋面；
- ④筒壳屋面；
- ⑤梁板式平屋面；
- ⑥折板屋面；
- ⑦下沉式天窗屋面；
- ⑧蜂窝形密肋屋面。

以上这几种屋面的形式中，以锯齿形屋面占大多数。从使用角度看，北向锯齿形屋面由于没有阳光直射，不仅辐射热少，而且光线稳定，照度均匀，没有亮度差，采光效果比其他形式的屋面都好。锯齿形天窗的做法一般是上部开通风口，下部为采光窗，便于组织排风。由于屋面的辐射热在屋面板底形成热源，热流就顺着天窗上部的通风口排出去。因此锯齿形天窗的通风效果也较好。据反映即使瓦楞铁皮屋面的厂房也不感到很热。为了防止飘雨，锯齿形天窗的上口一般都有较大的挑檐，如铁路车辆厂、电话机厂（见图2—3、4）。有的在通风口上加挡雨板如兰地机床厂（见图1—21）。

兰地机床厂的生产厂房，利用实腹式的预应力钢筋混凝土托梁，把锯齿形屋面两端封闭，形成下沉式锯齿形天窗。由于下沉式天窗的窗口和屋面形成一个气压差，组织排气，通风效果更好（见图1—21）。

屋面一般均考虑隔热，大致有四种形式：

①粘土隔热层：成份为粘土、谷糠、并加入少量石灰防腐。厚度一般为100—250毫米，有些达600毫米厚。这种做法多数用于民用建筑或工厂的办公室、试验室等；

②泡沫混凝土隔热层：一般均为现浇，厚度为80—100毫米，容重30—35磅/英尺³（481—

561公斤/米³)。工业和民用建筑中采用很普遍,

③架空屋面: 架空板有粘土砖, 预制混凝土板, 石棉瓦等。民用建筑中使用较为普遍, 工业建筑中也采用, 如兰地机床厂在预制钢筋混凝土大型屋面板上, 铺设架空石棉瓦,

④吊顶: 吊顶的作用一方面是保温和隔热, 同时可以降低室内空间, 减少机械通风体积, 并作为室内装修。工业厂房瓦楞铁皮和石棉瓦屋面下的吊顶一般采用厚纸板, 如瓦赫军工厂的铸工车间、辅助车间、斯瓦特陶瓷厂卫生陶瓷生产线的浇注工部等。重量轻, 有一定的特点。

(2) 工业厂房墙体的做法。

工业厂房外围墙体有下列几种做法:

①粘土砖和混凝土砌块墙。粘土砖墙内粉刷外清水。混凝土砌块墙, 内外都抹灰。由于粘土砖质量差, 供应不足, 一般较多采用混凝土空心砌块, 隔热效果也较好;

②预制混凝土大型墙板, 如兰地机床厂;

③上部为石棉瓦或瓦楞铁皮, 加塑料瓦采光带或百页窗, 下部为混凝土砌块和空花墙。如中心柴油机厂、人民钢厂(见图11—3、14—5)。

墙体的隔热一般采取下列措施:

①不开侧窗, 少开侧窗或开高侧窗, 避免阳光直射, 减少辐射热。这次考察的工业厂房绝大部分是这种做法。

②空花墙或遮阳板: 依靠侧窗采光的厂房的辅助部门和多层厂房采用空花墙或遮阳板隔热(见图3—8)。

遮阳板有下列形式见图1。

③遮阳廊: 这种形式民用建筑用的较多。它不仅是功能要求, 而且是作为建筑物装饰, 立面处理的一种手段。空花格有承重的, 如卡拉奇机场候机室; 还有非承重的, 如驻巴中国使馆、卡拉奇洲际饭店等。图案花饰多样(见2图)。

④预制钢筋混凝土大型墙板外贴石棉瓦隔热见图3。

墙板与石棉瓦之间形成空腔, 由于厂房比较高, 上端气压比下端气压小, 在空腔内产生空气交换对流, 在石棉瓦内表面热量随气流向上排出, 从而降低内墙的热辐射。在工厂办公

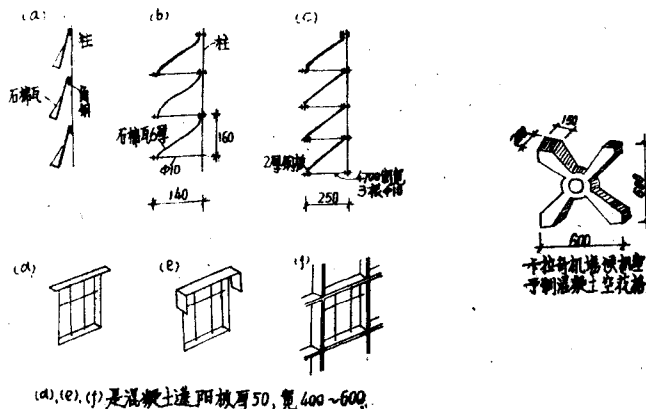


图 1

(d) ~ (f) 种是混凝土遮阳板, 板厚50, 宽度400~600。

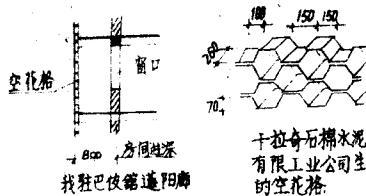


图 2

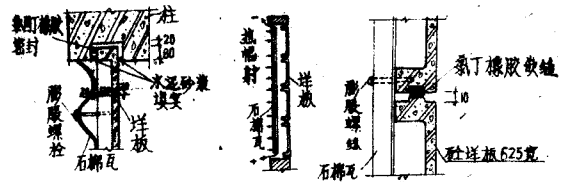


图 3

楼、试验室以及民用建筑中，在建筑物的内墙为嵌壁板。这种做法也是二层墙的做法，不仅可隔热而且是室内重要的装饰。

归纳以上情况，可以看出：巴基斯坦的工业厂房一般以考虑隔热、遮阳和排风为主。屋面和墙体都采取防止阳光直射和隔热的措施。为此，厂房屋面倾向于采用没有阳光直射的北向锯齿形屋面、下沉式天窗、折板屋面、筒壳屋面等，并适当采用隔热层。外围墙体则不开侧窗，开小侧窗或开高侧窗。山墙则开大门加强对流。从使用效果看，锯齿形屋面无论采光、通风、隔热都有较多的优越性。这可能也是巴基斯坦工业厂房多数采用锯齿形屋面的原因。墙面不开侧窗、开小侧窗的处理手法与我国的习惯做法不同，但对比之下前者的使用效果好得多。巴基斯坦在工业厂房设计中的这些经验值得我们研究学习。

2. 工业厂房的结构型式和做法：

由于当地的施工条件，巴基斯坦在工业和民用建筑中都习惯于采用现浇钢筋混凝土结构。同时本国生产质量较好的石棉水泥瓦，市场上还进口供应一些瓦楞铁皮。因此，工业厂房的结构选型比较灵活多样。结构处理上有下列特点：

(1) 工业厂房的屋盖结构趋向于不用天窗架，且形式比较多样化。

巴基斯坦工业厂房的屋盖较多采用锯齿形天窗，筒壳、折板等不用天窗架的形式。这种做法使采光、通风结合起来，简化屋盖结构，有一定的优越性。特别是锯齿形屋面，采光、通风效果都较其它形式为好。所以在巴基斯坦的工业厂房中，不论是钢结构，现浇混凝土结构，还是预制钢筋混凝土结构，都设法做成锯齿形的形式如：

- ① 锯齿形钢屋架（瓦赫军工厂辅助车间）（图 5—4）。
- ② 锯齿形钢两铰拱
 - (a) 箱形组合断面（巴基斯坦工程公司自行车车间），（图 7—2）。
 - (b) 空腹工字钢断面（巴基斯坦工程公司金属结构车间）（图 7—1）。
- ③ 现浇钢筋混凝土框架：
 - (a) 现浇钢筋混凝土屋面板（哈里普电话机厂零部件制造车间）（图 3—3）。
 - (b) 预制钢筋混凝土双孔板（西门子电气公司）（图 6—3）。
 - (c) 槽形石棉瓦屋面（斯瓦特陶瓷厂）（图 4—3）。
- ④ 锯齿形钢框架（伊斯兰堡铁路车辆厂）（图 2—3）。
- ⑤ 现浇钢筋混凝土锥壳（国家电气公司）（图 8—3）。
- ⑥ 斜放预制钢筋混凝土大型屋面板（兰地机床厂）（图 1—2）。
- ⑦ 斜放予应力钢筋混凝土屋面板（瓦赫军工厂铸钢车间）（图 5—2）。
- ⑧ 北向采光的现浇钢筋混凝土壳体（巴基斯坦电缆厂）。
- ⑨ 现浇钢筋混凝土阶梯形屋面板形成锯齿形天窗（瓦赫军工厂炮弹分厂）（图 5—6）。

(2) 在结构设计中比较注意利用结构的特点, 发挥材料和构件的强度。

结合当地的施工条件, 工业厂房的屋盖广泛采用各种形式的空间结构, 如筒壳、北向采光锥壳、折板等。筒壳和折板可开老虎窗, 解决采光、通风。筒壳有标准模板, 跨度为20~50英尺。

有的工厂在大柱距的情况下, 把托梁与天沟结合起来, 既简化了屋面构造, 又充分发挥了构件的强度。如哈里普电话机厂的另部件制造车间、兰地机床厂的生产厂房、~~竣工车间~~实习工场(图1-5, 1-6, 3-3)。

哈里普电话机厂的另部件制造车间, 厂房为现浇钢筋混凝土锯齿形屋盖, 采光和通风条件都很好。厂房北端的备料工部紧靠室外的汽车站台。为了解决汽车站台的大雨蓬, 在不影响生产使用的前提下, 特意把北端第一间改为梁板式平屋面, 挑出六米长的反梁悬臂雨蓬, 使雨蓬的结构得到简化(图3-10)。

伊斯兰堡铁路车辆厂钢结构的锯齿形屋盖采用不等高的斜八字形, 10米跨的屋面梁采用单根I 18、I 14工字钢, 不仅制作简单, 用料也较省。采用这种形式的锯齿形屋盖还有利于加大锯齿形天窗的高度。哈里普电话机厂另部件制造车间现浇钢筋混凝土结构也采用这种形式(图3-3)。

(3) 工厂设计中各工种的配合比较好。

结构设计不仅考虑生产和使用的强度要求, 而且尽量配合满足建筑和公用的需要。厂房的承重构件一般都普遍设置预埋件或予留孔洞, 为动力管线的安装和调整提供方便。有的结构构件同时为几个工种服务, 如兰地机床厂的予应力钢筋混凝土托梁, 既作天沟、挡风板, 又可安装动力管线, 并予留槽口供建筑上汛水之用。这个厂的予应力钢筋混凝土屋架, 不仅考虑安装悬挂吊车和动力管线, 它的竖腹杆还兼作挡风板。这种做法, 虽然模板和施工都要复杂一些, 但简化了建筑处理和动力管线的安装, 且使用效果也较好。

从巴基斯坦的一些工厂中还可看到, 由于取消天窗架采用悬挂吊和架空铺设动力管线, 厂房的屋架结构不仅与采光、通风结合, 而且为动力管网和工艺悬挂服务, 这对发挥构件和材料的强度是有利的。

(四) 公用动力设施的特点是“集中”、“露天”、“灵活”

1. 动力站的做法:

巴基斯坦工厂的动力设施, 一般有二种做法: 一是设置在一个集中的动力站内, 一是分散露天设置如:

(1) 兰地机床厂的压缩空气、水、电、天然气、消防等公用动力设备都设置在一个集中动力站内(见图1-14)。这种做法建筑面积省, 管线集中, 出线方便, 有利于管理, 有一定的特点。据了解, 拉合尔国家水电发展局大楼的变配电、锅炉和空调设备也集中在地下室的一间房内, 布置很紧凑。

(2) 国家汽车厂和培拉内燃机厂的水泵房设在水塔下, 水塔立在地下水池上。国家汽车厂水塔下的泵房内还设置一台40千瓦的备用发电机, 供事故停电和停水时, 管井抽水之用。这样水塔、泵房、水池三者结合, 不仅节约用地, 管理方便, 而且土建上也比较经济合理。

(3) 拉合尔地区达乌德化肥厂的自备电站是两套7500千瓦的汽轮发电机组。汽轮机、锅炉等全部设施均为露天装置。卡拉奇人民钢厂10吨电炉的5000KVA变压器也是露天装置。各个工厂中的液氧站、天然气调压站和深井泵均为露天装置。由于动力设施广泛采用露天装置, 可以大量节约土建费用。

2. 动力管线的做法:

动力管线的铺设方法，一般较多采用插接式母线和架空管道，并用膨胀螺栓安装。同时在厂房结构上都普遍预留了安装动力管线的孔洞和管槽。这样就使动力管线具有一定的灵活性，以适应工艺调整和生产发展的需要（见图 8—4）。

另一种做法，如西门子电气公司和兰地机床厂是采用地下管、沟铺设动力管线。兰地机床厂的具体做法是在厂房地坪下设置动力地沟和石棉水泥管。每个车间两条主地沟、每个跨度有一条支地沟，在垂直支地沟的方向，每隔 6.25 米埋设一条直径为 200 毫米的石棉水泥管。在地沟和石棉水泥管上每隔 6.25 米设一个 500 × 500 毫米的接线井。接线井的每边有四个出线口、四边共十六个出线口。这样使动力管线的铺设和调整都比较方便（见图 1—11）。西门子电气公司的做法基本相同，且已经过考验证明对生产是有利的。兰地机床厂按原设计地坪的做法是 20 厘米厚钢筋混凝土垫层，5 厘米厚砂垫层，7 厘米厚混凝土预制块。施工时将 7 厘米预制块改为现浇混凝土。这样在变更或增加动力管线时，就必需把混凝土面层凿开一条槽，还不是很方便，这个问题应引起注意。据反映，采用埋地管沟的方法，对安装、生产和维护都较方便，特别是对生产调整和发展很有利，唯造价较高。兰地机床厂动力站和管沟的费用近 400 万卢比，约占土建总造价的十分之一（见图 1—14）。

（五）有一些比较好的结构联结方法和经济适用的建筑材料

1. 予制钢筋混凝土墙板与柱子的联结采用插入式。做法是在柱子的两侧预留企口槽，安装时将墙板插入，并加橡胶条密封（见图 1—3）。

2. 承重构件间的联结采用橡胶垫取代焊接或螺栓联结。兰地机床厂所有厂房中屋面板与屋架，屋架与托架，托架与柱顶的联结均采用氯丁橡胶垫。不仅省去许多预埋件，而且有利于温度伸缩和抗震。卡拉奇为强震区。兰地机床厂的生产厂房平面尺寸为 150 × 200 米，不设温度伸缩缝，也无特殊的抗震措施。伊斯兰堡议会大厦、会议大厅与四周附属建筑之间的单柱伸缩缝也采用氯丁橡胶垫处理。

3. 采用予应力作为结构装配的手段。如兰地机床厂生产厂房的予应力钢筋混凝土屋架、由予制的上弦、下弦和竖腹杆，通过钢筋斜腹杆和竖腹杆中的穿筋，施加予应力进行组装。予制竖腹杆的两端与上、下弦杆之间也加一块氯丁橡胶垫，使受力均匀（见图 1—5、6、7、8、9、13）。

兰地机床厂的屋面系统，每五块大型屋面板之间（相应于屋架竖腹杆的位置），留一缝隙，插入一根带孔的予制钢筋混凝土斜梁。在屋架上、下弦的相应位置上，留出对应的孔洞。安装时将予应力钢筋穿过予留孔道，进行张拉，使相邻屋架通过屋面联成整体，以保证屋盖的整体性（见图 1—13）。

4. 悬挂吊车梁的联结方法：

（1）西门子电气公司悬挂梁式吊车与钢筋混凝土托梁的联结（见图 6—5）。

（2）兰地机床厂悬挂梁式吊车与予应力钢筋混凝土下弦的联结（见图 1—22）。

（3）R.C.D. 轴承厂悬挂单轨吊用膨胀螺栓联结在屋面板上（见图 13—4）。

5. 混凝土掺合料：原料为硅砂和碳酸钠，经高温焙烧而成。相同的原材料，不同的配比，可制成很多不同用途的制品。不同的用途给以不同的名称，如：

（1）PUCCA KAAM：是一种优良的化学剂，可用于混凝土防水，表面硬化，耐酸，防渗漏、脱皮、裂缝等。据介绍，很多工厂、道路和住宅的混凝土地面涂以这种材料可提高混凝土的耐磨性，效果很好。几家大的工程公司都推荐这种做法，认为最适用于轻型路面和停车场。