

编 号: (79)003

内 部

出国参观考察报告

波兰建筑工业化与通用厂房建筑体系

科学技术文献出版社

N/1
5-3

出国参观考察报告

波兰建筑工业化与通用厂房建筑体系

(内部发行)

编辑者：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 各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9.25 字数：236千字

1979年10月北京第一版第一次印刷

印数：1—11,300册

科技新书目：129—19

统一书号：15176·384 定价：1.35元

目 录

第一章 波兰建筑与建筑工业化	(1)
1. 工业厂房的主要形式.....	(1)
2. 主要建筑材料.....	(6)
3. 大柱网建筑.....	(8)
4. 轻型结构和空间结构.....	(14)
5. 工厂化制作, 机械化施工.....	(17)
6. 通用化建筑.....	(18)
7. 公用建筑的主要形式.....	(20)
第二章 波兰工业厂房通用建筑体系	(22)
(一) 体系的发展和特点.....	(22)
(二) 钢筋混凝土结构厂房通用建筑体系.....	(24)
1. FF 体系.....	(24)
2. P70体系.....	(32)
3. JSB-L 体系.....	(41)
4. JSB-TT体系.....	(48)
5. JSB-W 体系.....	(55)
(三) 钢结构厂房通用建筑体系.....	(58)
1. LHS-O 体系.....	(58)
2. LHS-OR 体系.....	(61)
3. 锯齿形屋盖体系.....	(64)
4. NBT 体系.....	(65)
5. 网架结构厂房体系.....	(66)
6. 刚架结构R体系.....	(68)
(四) 胶合木结构-DK体系.....	(69)
(五) 小建筑体系.....	(70)
第三章 轻型结构及轻质材料	(71)
1. 概况.....	(71)
2. 波兰的轻型围护结构.....	(71)
3. 轻型结构的主体结构.....	(85)
4. 轻质材料的研究与生产.....	(86)
5. 轻型结构的施工机具与零件.....	(88)
6. 轻型夹心板计算原则的介绍.....	(91)
第四章 建筑设计中的几个问题	(97)
1. 工业厂房的天然采光与通风.....	(97)
2. 屋面保温、防水与排水.....	(103)
3. 楼地面材料及构造.....	(107)

郑州纺织机电学校

4. 建筑装修.....	(113)
5. 建筑噪声控制.....	(115)
6. 厂房内部综合管线布置.....	(118)
第五章 建筑施工与安装.....	(119)
1. 建筑业的劳动组织.....	(119)
2. 房屋工厂.....	(121)
3. 机械化施工与大部件综合安装.....	(128)
4. 建筑工业化生产的特点.....	(134)
几点建议.....	(136)
附录.....	(137)
1. PW8/B-U1 型墙板计算实例	(137)
2. η^q 数值表.....	(141)

波兰建筑工业化与 通用厂房建筑体系

赴波兰工业建筑考察组

祝慕高 周炳良 黎顺康 张继儒 李炳炎

前 言

工业建筑考察组一行六人于1978年5月24日至7月4日到波兰考察,由波兰建工建材部接待,参观了波兰建工建材部所属混凝土工业局、钢结构联合企业、民用建筑设计研究中心、工业建筑设计研究中心、建筑技术研究院及其下属房屋工厂、建材工厂、建筑安装工地、研究试验所室等38个单位。在参观考察中,对波兰建筑工程界近十多年来为提高建筑技术水平、提高施工制作效率、提高建筑设计的标准化程度以实现建筑工业化所取得的成绩,有一个概略的了解。有一些有效的经验是值得学习借鉴的。现将考察情况整理出版,供参考,错误之处请各方面指正。

第 一 章

波兰建筑与建筑工业化

波兰建筑工程,近十年来发展较快。尤其是1975年以来,建筑工程逐步实现工业化生产,工厂化制造,机械化安装,使建筑业的1977年总产值提高到1971~1975年间平均年产值的2.5倍。其中如钢结构的产量,1971年为12万吨,1975年为25万吨,1977年提高到50万吨(计划到1985年达到120万吨)。1977年全国混凝土构件及商品混凝土总产量为2400万立方米,其中建工建材部直属企业年产900万立方米,按全部工人及技术人员23000人计算,平均年产量为390m³/人·年。

波兰近年来实现建筑工业化的主要表现是在轻字和快字上下功夫。采取各项措施以减轻房屋自重;提高预制构件厂的机械化程度和生产能力,并改造为能生产工业与民用建筑整幢房屋的全部构件、零、配件并成套供应产品的房屋工厂;提高施工安装效率;发展各种建筑材料。房屋工厂生产的配套产品运到工地组装即可建成各类建筑物。

波兰1980年计划建设单层工业建筑810万m²,其中钢砼结构400万m²,钢结构及混合结构(钢屋架钢砼柱)380万m²,胶合木结构30万m²。多层工业建筑计划建造100万m²,其中钢砼结构70万m²,钢结构30万m²。

1. 工业厂房的主要形式

近十年内波兰新建的工业和民用建筑,主要的是钢砼结构。居住建筑的绝大部分是钢砼大板结构,近年逐渐发展扩大柱网的骨架结构。公用建筑中,大部分是钢砼骨架结构,近年来钢结构有所增长。工业建筑中大约50%为预应力钢砼结构,30—35%为钢结构,其余为普

通钢砼结构，钢结构的比重逐年增长。在华沙、卡托维兹、波兹南等城市已经看不到新建的砖混结构房屋。

单层工业厂房的主要结构形式是传统的平面排架或刚架；空间结构很少。多层工业厂房或公用建筑则大多是传统的梁柱式框架。网架结构、悬索结构等形式大多用于大型公用建筑如体育馆等。厂房的主体承重结构，基本上采用同一种材料的钢结构或钢砼结构。近五年来的工业及民用建筑中，极少用钢及钢砼混合的主体结构。

厂房体型取简单方正，尽可能等跨等高。除特殊的热加工车间等厂房外，尽可能少用多种不等高度的厂房。一般不等高厂房的类型为中跨升高边跨对称的三跨间，或一个高跨加一个低跨两类。超过上述类型的不等高厂房采用以伸缩缝或廊道分隔的方式，以简化体型规格。

(图1.1)

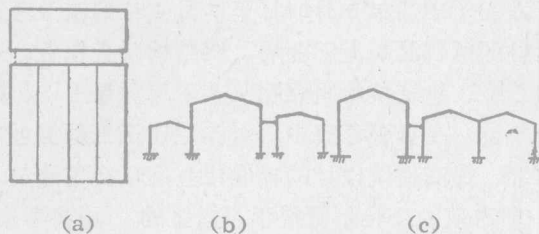


图1.1 简单体型的组合

(a) 平面 (b) 不等高不等跨组合 (c) 单跨与等高双跨组合

厂房的柱网。大多为18~30m跨度，6m及12m柱距。近年来跨度扩大到36~42m，柱距有12m—18m者；也有18×24，24×24柱网者。一般机械厂房的高度多半为6~8.4m；有吊车厂房高度为8.4m者占17%。

厂房面积大多为3~5万m²。

传统的排架结构厂房，当跨度在18m以下时，大多采用钢砼槽形屋面板，预应力钢砼屋盖大梁。跨度21m时采用预应力钢砼拉杆拱式屋架。钢砼柱子用矩形截面及平腹杆双肢式。钢砼墙板及钢砼吊车梁也均为一般传统做法。当跨度为18—36m时，排架结构不同程度地采用钢屋架，工字形截面或格架式钢柱，钢吊车梁，轻型墙板及屋面系统。见图1.2，1.3。

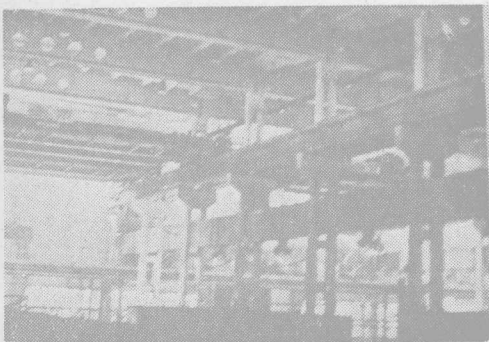


图1.2 钢砼排架厂房结构

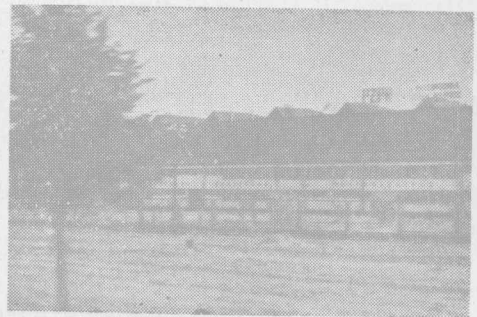


图1.3 钢结构厂房外貌

钢砼刚架在单层厂房中用得较少。近年来致力于提高工业化生产程度，在钢砼构件中发

展长向连续浇制，连续或分段成型的预应力空心板及双T板。其跨度可分别达到12m及18m，搁置于12—18m长的纵向承重大梁上。但整个结构仍按横向排架计算。双T板两端借氯丁橡胶垫层搁置于纵梁上，安装便捷。

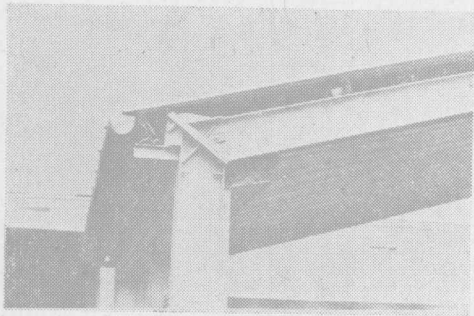


图1.4 钢梁式刚架结构

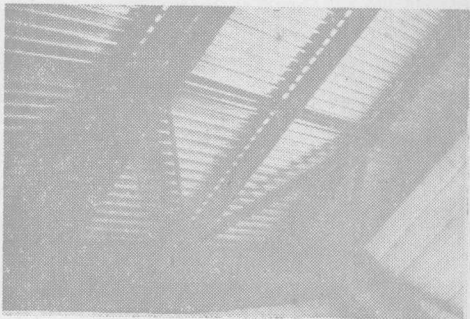


图1.5 轻型屋面底面

钢结构方面，为了实现大规模成批生产，便于安装，采用工字形截面或钢梁式的刚架结构的比重，不断增加。这种刚架，在钢结构工厂内用钢板在自动电焊生产线上制作，在现场用高强螺栓接合，使平均劳动量降低到19人时/吨，为桁架式结构平均劳动量的62％。故钢梁式刚架虽比桁架式结构稍费钢材，但由于制作过程简单，施工安装效率高，其总造价反较桁架式结构低廉。图1.4示钢梁式刚架的螺栓刚节点。

目前，波兰钢结构设计、制造单位，正采取各种措施力求使建筑物平均用钢量降低到50kg/m²，并以35kg/m²为目标，以之与钢筋混凝土结构相竞争。

各型钢结构平均用钢量及劳动量见表1.1。

表 1.1

		排架式	钢梁刚架式	锯齿形屋盖	钢 网 架	多层梁柱式
无吊车厂房	用钢kg/m ²	24—57	29—36	47	46—50	53—60
有悬挂吊车	kg/m ²	61—84	62—70	62		
有桥式吊车	kg/m ²	67—92	88—95	—		
平均劳动量	人时/吨	30	19	36	16	
附 注				柱网按 12×12m—24×24m 计,高度按4.8—8.4m计。		按楼面活荷载 500kg/m ² 计。

为了减轻建筑物自重，在钢结构和钢筋混凝土结构中，当前的发展趋势是普遍推广采用轻型外围结构。屋面结构方面，大多在钢檩条上铺设压型薄钢板或石棉板，见图1.5。在基层上铺设各种保温板材及防水材料，见图1.6。也有在钢檩条上直接铺设成材的轻型夹心板。采用这种轻型屋盖的钢筋混凝土屋盖梁与钢筋混凝土柱顶之间的连接，采用氯丁橡胶垫层及螺栓接合。

轻型外墙板，也采用压型薄钢板、石棉板以及保温板材装配而得。也可先组装成整片的夹心墙板，而后用螺栓连接于柱子及墙梁。

内墙板大多采用石膏板。也有用石棉板或薄钢板中夹保温或隔音材料（包括矿棉毡、蜂

窝纸板等)制成。轻型内墙板安装轻便,便于拆迁改建。

轻型外围结构的檩条及墙架,采用Z形薄壁型钢,用射钉与压型薄钢板相连接。

由于采用轻型结构及轻型外围结构,建筑物自重不断下降。波兰一般房屋钢砼混合结构自重约 $274\text{kg}/\text{m}^2$,钢结构轻型外围结构的房屋自重约为 $110\text{kg}/\text{m}^2$ 。

东欧各国建筑结构主要材料消耗量及房屋自重的对比,见表1.2。

工业厂房的采光,以顶部采光为主,侧窗采光为辅,并按工作面的实际需要,结合采用人工照明。顶部采光天窗除常用的矩形天窗和锯齿形天窗外,尚有三角形天窗(见图1.3),以及近年大量发展的用有机玻璃或钢化玻璃制成的弧形采光罩、平板采光罩(见图1.7)以及屋脊平板采光带等形式。

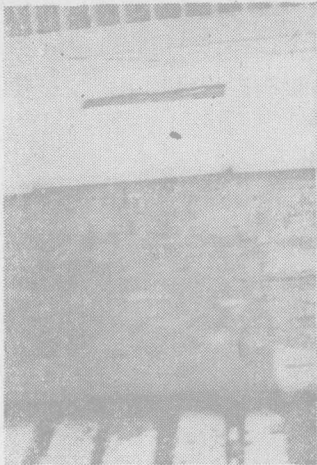


图1.6 在压型钢板上铺沥青板隔气层及聚苯乙烯保温板

表1.2 东欧各国建筑结构材料消耗指标对比表

类别	结构材料			材料消耗指标	波兰	罗马尼亚	匈牙利	东德	苏联	捷克
	柱	屋盖	墙							
I	钢	钢	钢	砼 (m^3)	0.151	0.23	0.38	0.24	0.25	0.14
	砼	砼	砼	钢 (kg)	30.4	31.0	45.5	19.8	34.59	20.68
				自重 (kg/m^2)	434	660	950.0	639	622.0	336.0
II	钢	钢	钢	砼 (m^3)	0.075	0.04	0.15	0.051	0.054	
	砼			钢 (kg)	34.3	70.0	49.4	36.9	47.87	
				自重 (kg/m^2)	274	200	419.4	160.0	177.47	
III	钢	钢	钢	砼 (m^3)	0.021	0.05	0.13	0.11	0.12	0.095
			砼	钢 (kg)	96	74.0	79.5	61.8	83.07	48.23
				自重 (kg/m^2)	177	200	389.0	332.0	371.07	274.0
IV	钢	钢	钢	钢 (kg)	85.8	78.0	83.4	68.4	88.42	79.3
				自重 (kg/m^2)	110.0	100.0	83.4	115.0	112.42	85.0

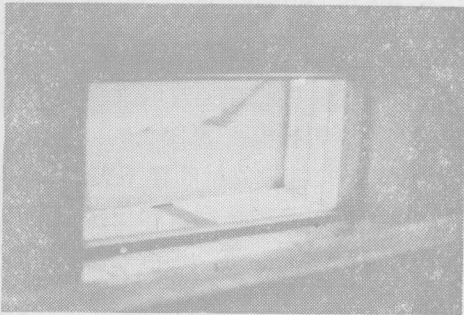


图1.7 平板采光罩



图1.8 带形侧窗

至于侧窗，则近年来趋向于采用较大面积的带形窗。这种带形窗的尺寸规格与轻型墙板相配合，可以互换；在房屋纵向形成整条，见图1.8。

厂房中有矩形天窗者，天窗架上的屋面一律做轻型的。这种天窗设有部分开启窗扇作通风用。其余类型天窗均为固定窗扇。因而厂房通风多以机械通风为主，自然通风为辅。

屋面防水大多做油毡防水层，近年来有在轻型屋面外层采用压型钢板作防水层者。最近正在研究喷涂钾基和铵基乳浊液涂料的防水方法。

屋面排水大多采用内排水，因为经过多年实践证明外排水容易破坏渗漏。

厂房地面大多数采用混凝土地面。并考虑地面能承载一般机械设备而取消中小设备基础，便于调整工艺及设备。

近年来正在采用并发展聚酯类塑胶地面。具有耐压、耐磨、光滑、不透水等特点。

胶合木结构具有自重轻，强度高，保温隔热性能良好等特点，并有一定的防火和防腐蚀能力，胶合木构件可以制成梁、柱、拱架以及其他需要的形状和各种尺寸。目前在波兰化工、纺织工业厂房中和中型体育馆等建筑采用较多。

胶合木大梁跨度可为9~36m，柱子高度可达6m。也可将木梁搁于钢柱上，用镀锌螺栓连接。也可做成二铰拱或三铰拱，跨度最大达46m，其拱脚直接与基础连接。拱脚处也可利用披屋承受横向力。见图1.9，1.10

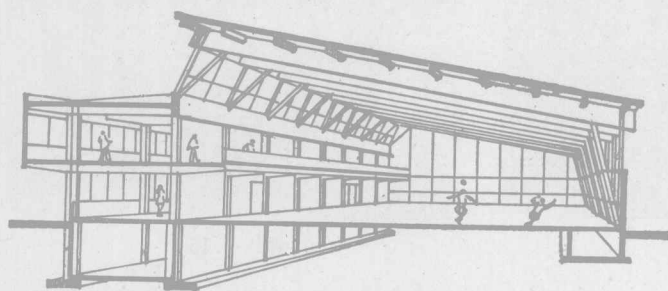


图 1.9

多层工业厂房有采用钢筋混凝土框架，也有用钢框架，约占工业厂房总数的15%，一般采用纵向承重的梁柱式铰接框架。其横向跨度为9m、12m、15m、18m。楼板用Spiroll型空心板或双T板。荷载可承200—1000kg/m²。钢筋混凝土结构纵向梁跨度为4.8m、6m、7.2m、8.4m，而以6m居多。

层高2.8~4.5m，层数三至六层。其钢筋混凝土柱长度，每节二层或三层楼高；纵向梁插入柱子的预留楔口中，见图1.11。水平荷载通过楼板传到剪力墙而后传到基础，故框架不承受水平力。剪力墙设于横向位置，由预制墙板穿竖向钢筋连成整体，嵌在楼板与柱子之间。楼

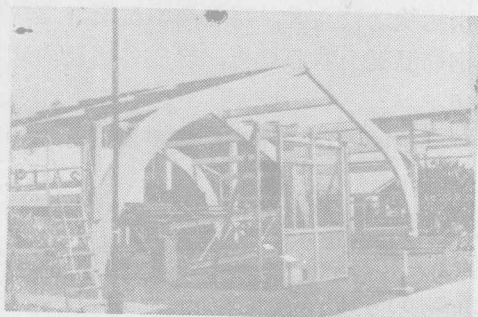
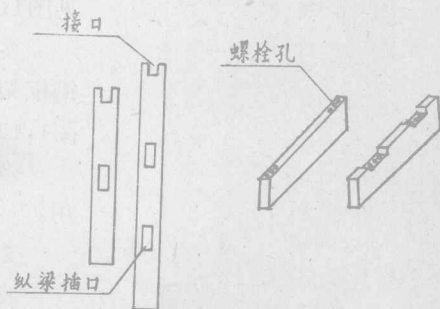


图 1.10



(a) 多层柱 (b) 预制剪力墙板

图1.11 钢筋混凝土多层厂房的柱子和横梁

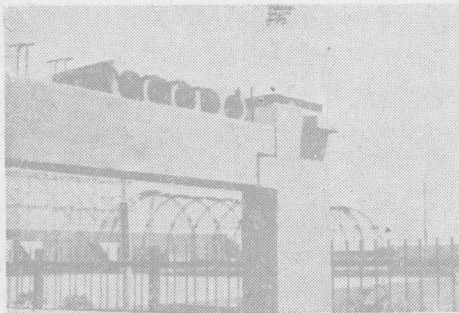


图 1.12

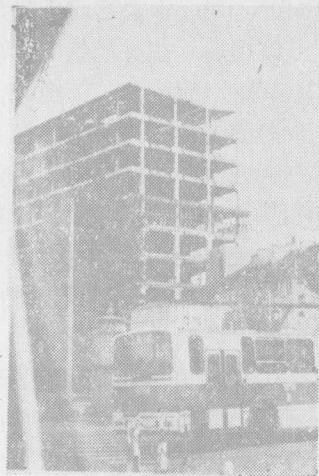


图 1.13

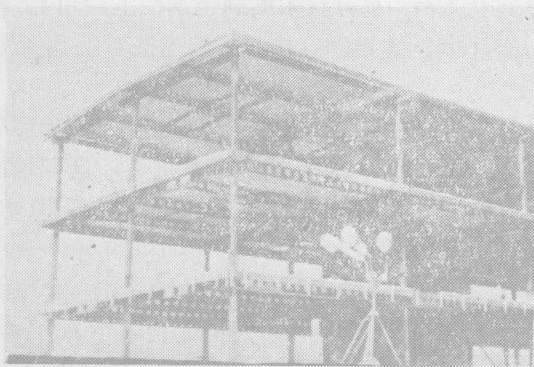


图 1.14

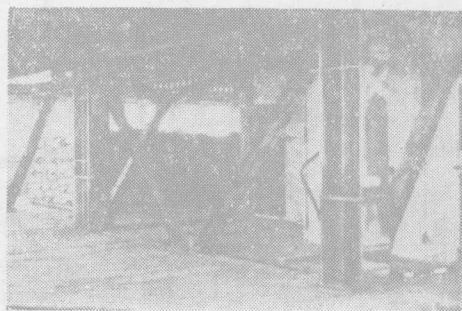


图 1.15

梯间和电梯间的外壳都可用作剪力墙。在楼板水平面的外圈有圈梁（装配整体式）拉结，成为整体。图1.12示钢筋混凝土板、梁、柱的连接。图1.13为吊装后面貌。

内部隔墙也都用轻型墙，有用薄壁型钢夹心板的，也有用石膏板或其他材料的。用钢结构框架的多层建筑，柱距6—12m，跨度12—24m，层高3.6m及4.2m。层数三至六层。楼板也用空心板，墙板则用轻型墙板。见图1.14。

多层公用建筑之较高者，层数为24层至30层，均用钢框架结构钢筋混凝土空心楼板，轻质外墙及内墙。见图1.15，1.16。

多层公用建筑的构件有许多可与多层厂房构件相通用。

2. 主要建筑材料

波兰生产的水泥标号一般为400、500号。混凝土标号一般用250~400号，能大量生产600号混凝土。近年来致力于研制各种混凝土附加剂、速凝剂以提高混凝土标号。现在已研制成功蚁酸类附加剂，

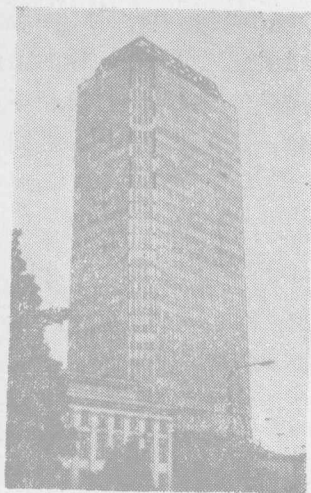


图 1.16

借以加强水泥分子与石子颗粒之间的粘结性能,从而提高混凝土强度及粒料的和易性。使用附加剂可以使550号水泥配制1100号混凝土。此外还研制出萘分子速凝剂和三聚氰胺树脂超速凝剂配制和易性良好的早强混凝土,为发展连续浇灌连续成型的长向构件创造了条件。

钢材一般用34GS号钢,(标准强度 $4000\sim 4200\text{kg/cm}^2$)18G2A号钢(标准强度 4500kg/cm^2),一般钢筋用St0及St3号钢(标准强度为 $2200\sim 2400\text{kg/cm}^2$)。预应力钢筋用 $\phi 2.5\sim \phi 7$ mm高强钢丝制成的钢绞线。(标准强度 $15500\sim 21000\text{kg/cm}^2$)。

除了大量生产高标号混凝土和高强钢丝、钢绞线、钢材等材料外,用于轻型外围结构的各种轻质材料,在迅速发展生产中。加气混凝土年产量为 500万m^3 ,容重 $500\sim 700\text{kg/m}^3$,强度 $24\sim 60\text{kg/cm}^2$,导热系数 $0.12\sim 0.17$ 千卡/米·时· $^{\circ}\text{C}$ 。其他轻骨料混凝土如陶粒混凝土、塑料颗粒(如聚苯乙烯颗粒作骨料)混凝土等均有不同程度的发展。

保温材料方面,矿棉板材、聚苯乙烯板材已大量生产,广泛使用。其次有木质纤维板,玻璃纤维板,泡沫塑料板等。目前试制用烟灰料煅烧而成的轻质保温材料($\gamma=150\text{kg/m}^3$, $\lambda=0.065$),其性能尚未能赶上法国引进的同类材料($\gamma<100\text{kg/m}^3$, $\lambda=0.02$)。

作为轻型外围结构的主要材料之一,石棉水泥板的生产量很大,且制成夹心板材成品(夹矿渣棉、聚苯乙烯板等保温材料)

压型薄钢板(厚 $0.55\text{mm}\sim 1.25\text{mm}$)的生产和使用已有引人注意的迅速发展。冶金部及建工建材部均分别设置专门工厂生产压型钢板及相应的零配件。见图1.17, 1.18。

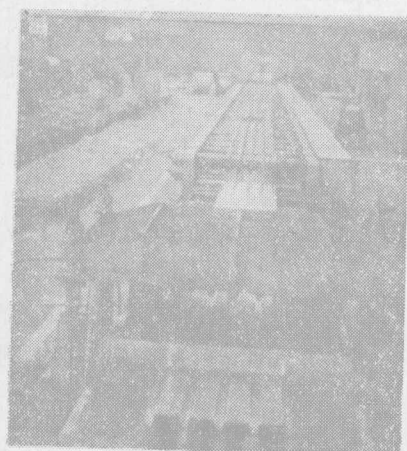


图1.17 压型薄钢板的轧制

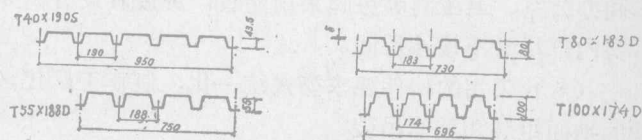


图1.18 压型薄钢板的型式

$\delta=0.45\sim 1.50$ 毫米

$l=1\text{米}\sim 3\text{米}$

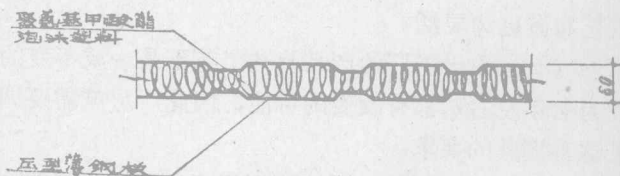


图1.19 金属泡沫塑料夹心板

1975年从西德引进成套设备、技术,生产金属泡沫塑料夹心板。系用镀膜压型薄钢板中夹聚氨酯泡沫塑料,在 80°C 温度下,由液态原料发泡成型与压型钢板粘合成整体。(图1.19)连续生产、连续成型,年产 180万m^2 。

用薄壁型钢作为檩条、墙架、外围结构框架及门窗框架,也有专厂制造,成批供应。

镀锌、镀膜、油漆、防锈剂、防腐剂的研制和生产,也有相应的发展。为了使薄壁型钢在主体结构中扩大使用,这些材料的研究和发展是当前一个重要课题。

石膏板、夹心石膏板、蜂窝纸板、木质纤维板等板材都能成批生产供应。

成型的玻璃板材Vitrolit玻璃板,宽250, 500mm,槽形或平板形,加筋的或不加筋的,无色或带金黄色的,(有色的透光率 80%);有专厂成批生产用作外墙,内隔墙,天窗等部

件。此外有机玻璃采光罩也有成批生产。

其他如磁砖、饰面材料、胶结料等均有相应的发展。

3. 大柱网建筑

扩大工业厂房的柱网,把目前常用的跨度18m、24m扩大到30m甚至36m;把柱距扩大到12m甚至18m;这是波兰建筑工业化过程中逐步发展的趋向。

扩大柱网的同时,采用大面积联合厂房的布置方式,把多种工艺生产线合并在一个厂房中。例如将金工、冲压、焊接、油漆、装配、甚至表面处理等车间,合并设置在一个联合厂房,用轻型隔墙或通道隔开。其面积一般为3—5万平米;不宜过大。由于工艺布置采用了联合车间的形式,所以在一般中等规模的工厂中都只要一个或少数几个大面积的厂房,这一个或少数几个厂房能把全厂的主要生产工艺都布置进去了,其它小的单建建筑物比较少,一般只剩下办公楼,动力站等。

他们对发展新的大柱网的连跨厂房提出了下面几点设计原则和规定:

(1) 建筑物必须符合模数制,平面以3m,竖向以1.2m为基本模数。柱距确定为12m,跨度为18~30m,高度为7.2~12m。

(2) 厂房内部悬挂吊车和其它悬挂设备可以在屋盖的任意位置设置。

(3) 各种管道敷设在地面以上,而且尽量能敷设在屋盖结构的空间内。

(4) 要求所有的生产性厂房有统一的外形尺寸,如跨度、高度和柱距。而生活间包括车间办公室、卫生间等房间采用贴着厂房设置或者离开厂房设置而用走廊相互联系的方式,厂房内部尽量不设小房间。

(5) 采用的构件要求型式统一化,制作工厂化,尽量减少手工劳动,便于实现屋盖结构的地面组装和整体吊装。

采用大柱网连跨厂房的优点,是:

(1) 由于扩大了柱距,工艺布置比较灵活,在厂房的二个方向都可以布置生产线。特别是有些屋盖结构如锯齿形屋盖结构可以在纵向和横向设置悬挂吊车,甚至可以拐弯。因此工艺布置更为灵活。

(2) 由于工厂的产品及其工艺不是一成不变的,在生产一定的时间之后(波方介绍一般为七年左右)都有改变的可能,因此厂房就需要调整。采用大柱网连跨厂房就能较好地满足这种调整的要求。

(3) 厂房总的外围结构面积小,因此厂房的热耗小,节省热能。

(4) 由于工艺设备集中,各种动力管线,包括室外的和室内的都较短,而且便于综合布置。

(5) 工厂占地面积小,工人上下班及就餐距离都比较近。

大柱网建筑的结构形式,有一般排架和刚架结构,其次有锯齿形屋盖结构,网架结构或其他空间结构。

在一般排架或刚架结构中,屋架间距取与柱间距相同。屋面结构用12m预应力钢筋混凝土屋面板或有檩系统。有檩系统屋面,大多数在钢檩条上设轻型屋面,如乌尔苏斯拖拉机厂装配车间,见图1.20。也有在钢檩条上安放中型钢筋混凝土屋面板的,如赖东斯可钢结构制造厂的主车间,见图1.21。

在波兰很少采用12m柱距、托架支承6m间距屋架的结构形式。理由是对节省钢材的优越性不大,反而增加了构件的种类,不利于工业化制造和安装工效。当车间内设置悬挂吊车

时, 采用钢托架支承钢屋架的方式就比较有利。

锯齿形屋盖, 在波兰也是一种常用的大柱网结构形式。其横向跨度用包括 2 个、3 个、4 个锯齿形桁架 (跨度 6 m) 组成的屋架, 每个锯齿之间有长 6 m、间距 4 m 的水平系杆联结, 形成静定系统。纵向用 12—24 m 矩形桁架, 作为天窗面。可悬吊 3.2 t 悬挂吊车及 50 kg/m^2 的管道设备荷载。如乌尔苏斯拖拉机厂油漆车间, 见图 1.22。

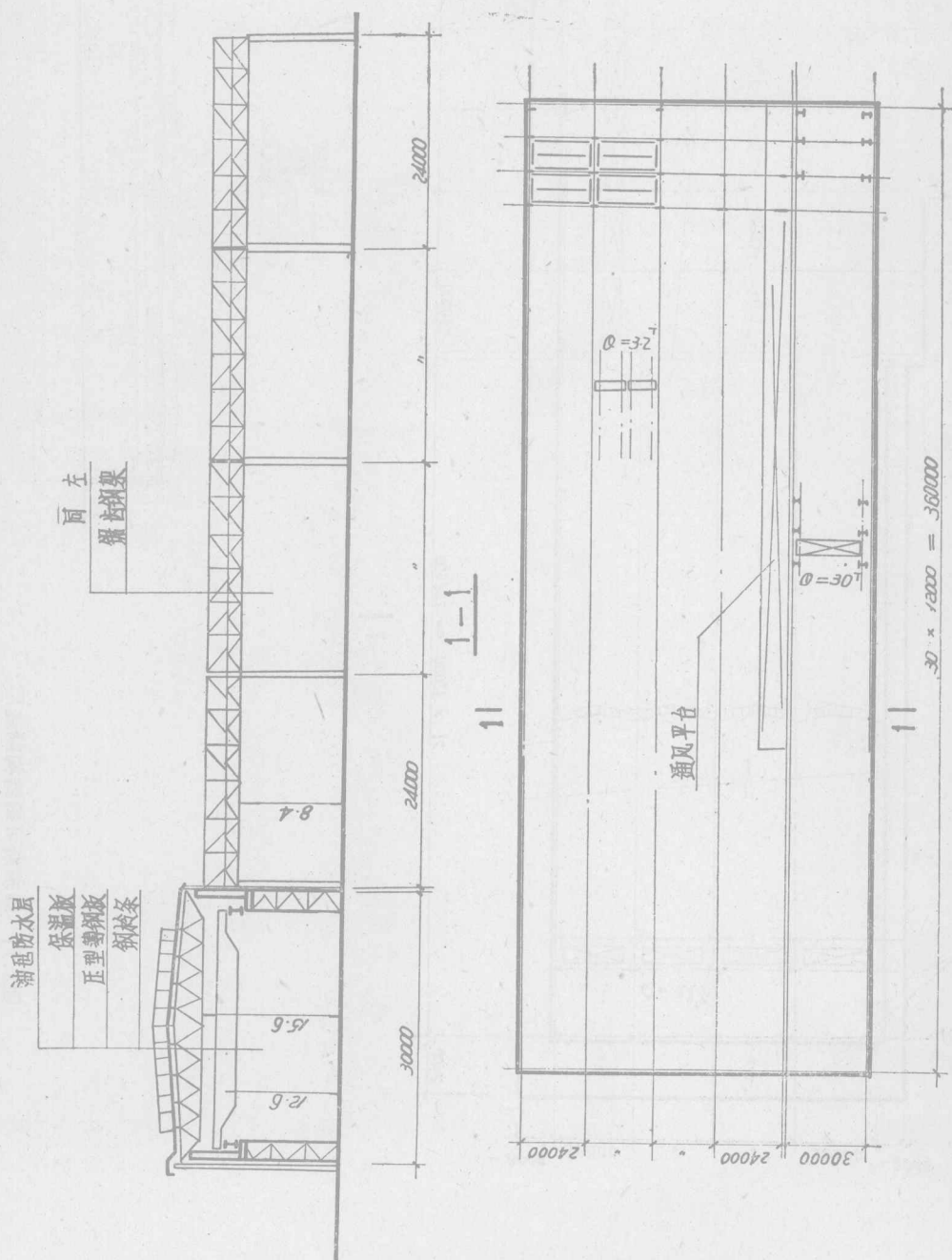


图1.20 乌尔苏斯拖拉机厂装配车间

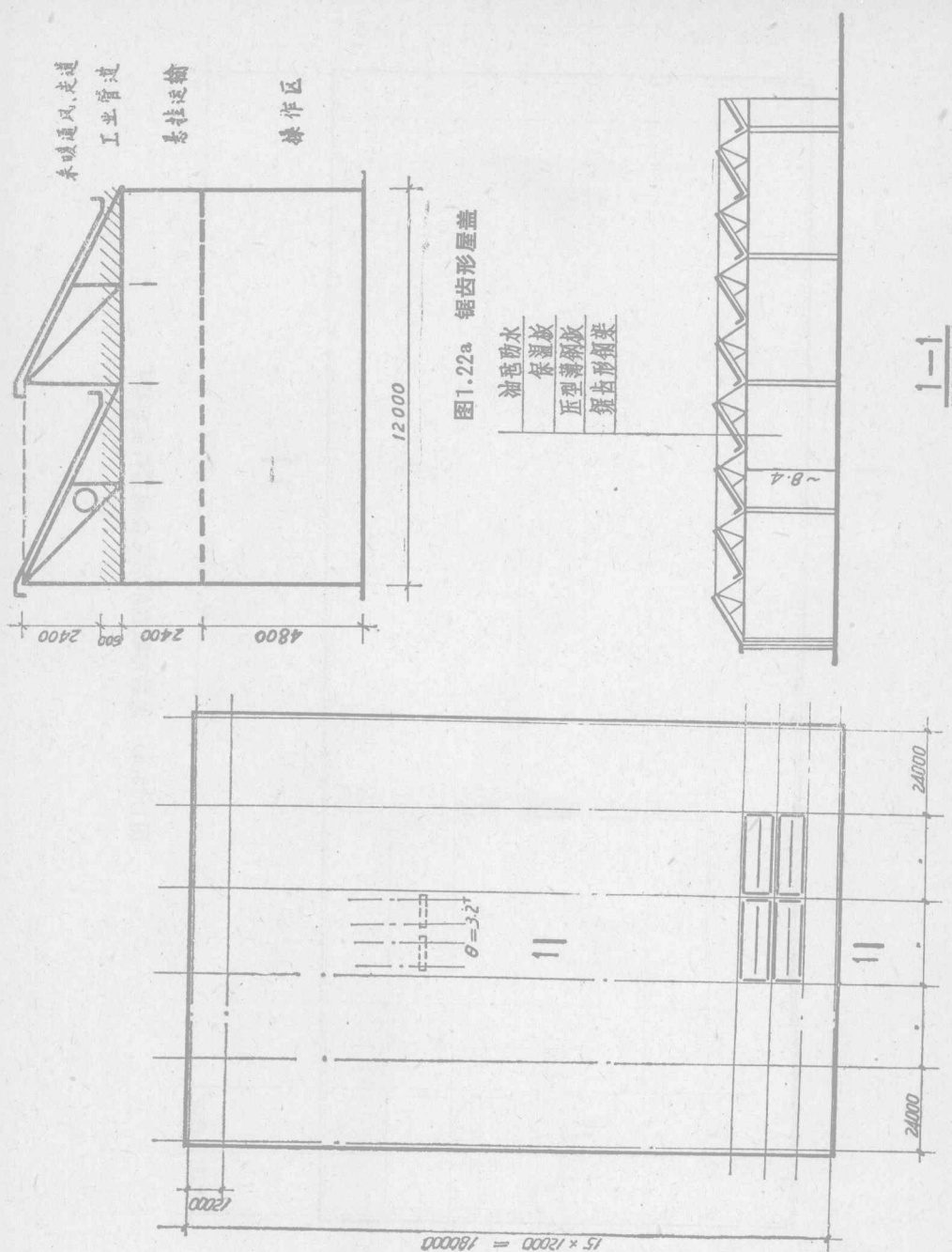


图 1.22b 乌尔苏斯拖拉机厂油漆车间

在大柱网联合厂房中采用的运输设备，主要是桥式吊车和悬挂式吊车；地面运输设备目前使用尚少。悬挂吊车的吊点可按 $3 \times 3 \text{ m}$ 和 $6 \times 6 \text{ m}$ 的网格任意布置。最大起重量可达 5 t 。吊车吊点距离超过 6 m 时，轨梁跨度较大，颇不经济。但也有例外的。如欧勃尔尼克金属塑料复合板厂的主车间，采用了起重量 3 t 、跨度为 12 m 的 V 形轨道梁，悬挂在间距为 12 m 的钢屋架节点上。V 形梁的空腔中可以布置管道，见图 1.23。



目前波兰新建的工业厂房,大多数用12m柱距。新创及试点的新屋盖结构,也多为大柱网结构。

如单纯计算材料消耗量, 则12m柱距不如9 m或6 m柱距的结构省料。但是, 考虑到扩大柱网以后车间面积利用率的提高, 工艺布置及调整的灵活性, 以及12m构件与6 m构件的互换性可以减少构件品种规格, 提高生产率, 故以采用12m柱距比较经济合理。

波兰大柱网建筑的结构型式今后的发展方向是:

- (1) 采用钢筋混凝土预应力双T板结构。
- (2) 采用整体吊装的轻型钢结构。外围结构, 采用轻型屋面板和轻型墙板。屋盖承重结构采用整式拼装式平面或空间高强度钢结构。
- (3) 试点采用方形柱网, 如 $18 \times 18\text{m}$ 、 $24 \times 24\text{m}$ 柱网。

