

萬有文庫

第一集一千種


王雲五主編

工廠設計

凌鴻助著

商務印書館發行





工 廠 設 計

凌 鴻 勛 著

工 學 小 叢 書

編主五雲王

庫文有萬

種千一集一第

計設廠工

著助鴻凌

路南河海上  
五雲王 人行發

路南河海上  
館書印務商 所刷印

埠各及海上  
館書印務商 所行發

版初月二十年二十二國民華中

究必印翻權著作有書此

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

FACTORY DESIGN

BY LING HUNG HSÜN

PUBLISHED BY Y. W. WONG

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1933

All Rights Reserved

# 目次

第一章	廠屋與製造之關係	一
第二章	工廠圖樣之繪製及建築之包工	四
第三章	工廠地點之選擇	一〇
第四章	工廠設計之經濟學	一九
第五章	廠屋式樣之選擇	三〇
第六章	木架建築	四〇
第七章	鋼架建築	四五
第八章	三和土建築	五六
第九章	基礎	七四
第十章	地面	八三

第十一章	屋頂外牆及隔牆之構造	九九
第十二章	工廠取暖法	一〇三
第十三章	工廠採光法	一一〇
第十四章	工廠之衛生設備	一一七
第十五章	工廠用水之供給	一二五
第十六章	防火設備	一三五

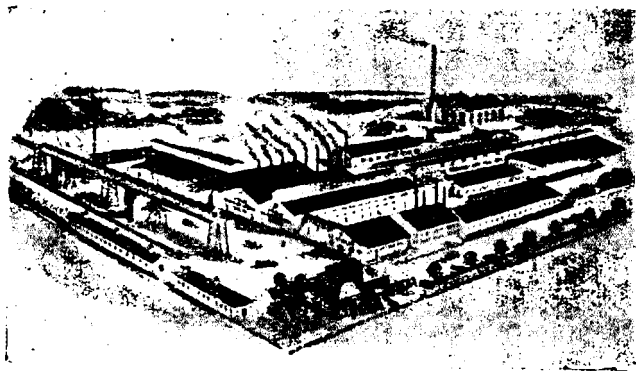
# 工廠設計

## 第一章 廠屋與製造之關係

以雄厚資本，爲偉大製造，則必購精美機器，擇良好原料，雇熟練工匠，此人所共知也，獨於工廠房屋，每因陋就簡，隨意設置。於一廠一屋既不措意，而於全廠各部分間之佈置，尤無聯絡與呼應，若曰廠屋良否無重大意味，在我國工業幼稚時代，實無庸過求精美，以致成本過重，博利更微也者。此殆爲我國今日工業界所常犯之病。而不知工廠房屋之功用，除在普通方面保護寶貴機器，原料，及出品，並使工匠增加工作效率外，其在特殊方面且有運轉機起重機等之裝置；廠屋與精美機器，良好原料，熟練工匠同負求得製造上最高經濟效率之使命。廠屋設計之佳否，建築之良否，與全廠之佈置聯絡妥當與否，直接影響於工業製造之效率，殊不可忽視也。

今使有貴重原料，精美機器，而在一敝陋廠屋下製造之或儲存之，事之輕重，可謂至不均衡。設或發生火患，其損失實至重大。吾人對於國內各種火患爲害如何，雖乏確切統計，然因廠屋失火，致蒙損失者，必不在少數。即退一步而言，因廠屋乏防火性之故，其多耗之保險費，常較改良廠屋所費者之利息爲大。矧保火險每每得不償失，即使或受充分賠償，然全部事業停頓，無形損失斷非火險賠款所能彌補也。

假使有堅固廠屋，而其建築不合於用，以致他部機器失其最高之效率，增加成本，減少餘利，或事前於建築上未嘗細爲研究，以致建築已成，謬誤疊出，再須虛耗血本以改造之；或廠屋建築雖佳，而廠內之採光通風取暖



第一圖 現代之新式工廠

方法不善，以致危害原料或貨品；或因始事時毫無佈置，以致全廠內之各分廠無適宜聯絡，呼應不靈，運轉費力或因創始時乏遠大眼光，以致各廠無擴充餘地，事業無從發展。凡此種種，皆係廠屋與製造關係密切之明證。故一工廠之設計，必須先研究製造之性質，方法及一切關係問題，而使廠屋適符所需。廠屋設計與普通建築之設計，蓋有大不同者。

在昔工廠房屋之設計，多係廠主本人或其經理爲之。近則製造之術日精，而建築學術亦與時俱進。自有大規模工業，而工廠房屋漸歸重要。自鋼鐵及鋼骨三和土建築術日益昌明，與夫設備上日益猛進，工廠設計一事，遂愈成爲專門學術。工廠設計學者參攷製造方法，本其建築學術，遂得於工業界佔一地位，而工廠設計學愈有研究價值。



## 第二章 工廠圖樣之繪製及建築之包工

工廠圖樣 工廠房屋之佈置及構造，較普通房屋爲複雜，既如上章所述，則一切規畫及圖樣，不能專由建築工程師着手，必須與廠之機械工程師合作，使完全適合於廠內之製造及管理方法，及一切機械上之裝置。故在繪製工廠圖樣以前，必須先研究本書第四章所列舉關於廠內各部及各種機械布置之要義，及其與工廠建築上直接關係各點，方能着手。工廠建築問題幾乎個個不同，而無可完全抄襲或複製者。

工廠廠主對於繪製工廠圖樣，不外採用下列各方法之一：

(一) 由廠中繪圖師繪製，由廠主或經理指揮之。此法在廠主方面爲最節省，蓋廠事由廠員自理，利不外溢也。在小規模之工廠，或在原有工廠外添加建築，則最簡便之法，莫過於此。但廠中原有繪圖員，當然多屬機械方面人才，對於建築本非素習。廠主或經理本人無論於製造上如何諳練，

對於建築自非熟手。且廠主或經理廠務至忙，每無暇兼顧廠屋之建築，猶之廠主雖諳製造，而不能責以兼製所用於製造之機器也。故此法祇有小規模之建築或添加建築能採用之。

(二) 用一工廠專家指揮廠中繪圖員繪製圖樣，此法之未盡善與上項同，蓋廠中繪圖員固非熟於建築者也。若繪圖員歸工廠專家覓用，倘工廠專家能負全責者，則與下列第四種辦法無異；若仍不能負全責，而須由廠主或經理加以指揮，則其弊病與第一種同。

(三) 以招標方法，由包工擬具多種圖樣，而擇一採用之，此習慣頗有疑問，且多不妥。因投標者雖接受廠主關於製造上種種說明，但對於製造上仍嫌隔膜。且包工家之投是項工程者，其目的每每不在包辦全部分之工程，乃僅在其中簡易利厚之一部分，而將其餘大部分分包與其他包工數家。因之數家之費用皆暗中取之於廠主。為謀總價低廉起見，包工者勢必採用價廉質次之材料，其結果必使建築物性質薄弱。倘廠主祇指定包工一家完全交其包辦，而按料給價，以防減扣物料，則此包工者又每每耗用材料，以冀從中取利，而工廠之建設費因之超出於最經濟之數以上。此種辦法不為廠主及工程家所喜，已可概見。

(四) 工廠規模較大，房屋較多者，應另聘請一工廠專家，完全交其主持，並由彼之助手助彼爲理。大城市中之顧問工程師即負此項使命。此工廠專家不僅熟悉建築，且於機械製造各方亦知概略。其助手包羅建築，製造，機械，電機各種人才。故解決一工廠問題，可以應付裕如。此顧問工程師所得酬報乃有定額。且係直接取之於廠主，則對於全廠之規畫佈置，及將來之建築監工，皆能事事爲廠主方面謀利益。不特使一廠之建設費最廉，且能減低維持費用。至於取費自較之普通雇用繪圖員自己監製爲多，但能爲廠主於廠屋作經濟之佈置，此項費用不宜吝惜。凡工廠規模宏大廠屋衆多者，應取此法。

包工 工廠房舍圖樣擬就，即可招人包工，包辦全部或一部工程。招標方法，係將圖樣及說明書印備多份，登報招包工者來投，並聲明將於指定之日期時間及地點開拆標函，以定去取。投標者得先取閱圖樣及說明書，然後於指定期間內估算工價，開具標函。故開標日期務須較寬，俾投標者得充分預備。屆開標時，各投標者均可前來參觀，廠主當衆將各標函拆閱，宣布，然後選擇其中一家，交其承辦。如此各投標者爲競爭起見，其標價必減至最低廉之度，於廠主方面最見便利。但廠主仍

須預防各投標者之暗中聯絡操縱，互抬標價，藉以把持。故於登報公告上必須預爲聲明廠主有取消所有標函另行招標之權，且須聲明不一定取中最低之標。蓋有時投標者或因估算錯誤，或因急於得標，以致標價過低，因之中途發生別項糾紛，或竟至因虧折過甚而不得照約完工，中途停頓。爲免除將來糾紛起見，此項標函雖價最低亦在所不取也。有時廠主擇定一標，而此投標者忽覺其標價過低，恐無利可圖，因之臨事而退，不肯簽約，以致廠主或須另擇一較高標價之標，或須重新招投，廠主經濟及時間均有損失，爲避免煩惱計，廠主得預先公告，除規定投標者於領取圖樣及說明書時須付費若干，不復發還，以免濫投外，復於投遞標函時附帶保證金若干。此項保證金，倘開標後不得標者立即發還，其得標者留待簽訂正式包工契約。如得標者逾預定時間不允簽約，則廠主得沒收其保證金而重行招標。

**標價** 廠主招投廠屋工程，應使投標者開一總價，或按照實用工料單位給價，而另加酬報，可由廠主擇定之。其各種辦法之利弊如下：

(甲) 總價：此法在廠主方面本甚便利，蓋一望而知此項工程所需之費用，而不至再有超出

也。但在投標者方面，倘遇較繁難工程，用料之多寡厚薄不易草草斷定時（如地下地層之性質等），則投標者之列價，殊無標準。或在廠主之說明書不完備，而須加以懸測，以待將來決定時，則開價尤不可不審慎。投標者遇此情形，為保障自己利益起見，必定寬開標價，以免意外損失。即使標價已定，而得標者必盡其剋扣工料之能事，或於說明書未詳明處，盡量取巧，務使成本最低，獲利最厚。凡此皆使廠主蒙受損失。故惟廠屋之工程簡單而說明書復於各項情形工料數量詳細規定者，可採用總價辦法，以資便利。開標結果，各標函所開之價，相差亦必不遠。

（乙）實價加酬報辦法：係為預備不克確知之工程，使廠主與包工利益均衡。蓋所有工料，皆按照實用之數給價，而於實價上加百分之幾為包工之報酬也。此制之流弊，乃在包工者之耗用物料，應薄者厚之，應小者大之，但求多用一物，即多一分報酬，而不顧廠主損失。若廠主能嚴密督察，此弊庶幾略免，然自不能絕也。

（丙）在較繁工程，包工者事實上不易開列總價，而廠主不欲預防耗用物料之弊，可取一折中辦法，即工料可照實用數付款，而包工者之酬報乃為一定之額，而不依工料之實用數為比例。如

此包工者利益有確定保障，而工料不至於濫用矣。

### 第三章 工廠地點之選擇

區域上之選擇及確定地點之選擇 工廠地點之選擇得分爲區域上之選擇及確定地點之選擇。譬如今擬創設一製鐵廠，則此廠之應設在天津，或在漢口，或在上海，乃爲一先決問題。所謂區域上之選擇也。假使製造廠定在上海，而應在上海之何處，或滬西，或滬南，或吳淞，或浦東；卽或定在吳淞，而在吳淞之何處？所謂確定地點之選擇也。此二者爲一廠盛衰興廢所關。假使選地不慎，必永久蒙無謂損失，馴至迫於拋棄原有基業而另行興建，皆因當時選地未盡妥善也。

選擇地點之最要事項 關於選擇地點之最要事項得分述於下：

(一) 工廠移近原料及燃料出產地之研究。

(二) 工廠移近市場之研究。

(三) 運輸便利問題。

(四) 市內地點或市外地點之研究。

(五) 地價及所需地段之關係。

(六) 勞工供給及工價關係。

(七) 天然動力之關係。

(八) 氣候之關係。

以上爲選擇廠地所須研究之各項問題。但事實上一廠之地位不能兼具各項優點，且八項中有利害互相衝突者。譬如以地點遷就原料，勢不能同時遷就市場。又如設廠於市內，各事稱便，而地價必昂，成本爲重。故選地問題須根據本廠之性質，比較一地之利害。而就上八項中取其利多害少者，方爲比較滿意之地點。八項問題中，又有與本題關係輕重之不同，今分別詳述之。

**原料及燃料** 工廠爲將原料製成貨品之樞紐，則廠址應接近原料與燃料，或應接近銷行所製貨品之市場，問題關係至重。原料與市場每不在一處，且相隔甚遠。有時燃料與原料亦不同在一處。則廠址應在此三角形中之何處，須視何處得最廉之原料及貨品總運價爲定。倘市場無一定中



心，則此問題尤爲複雜矣。大抵工廠所用原料及燃料較笨重者，如煉鋼廠水泥廠之類，多置廠於原料及燃料之近地，以冀減輕運費。如我國鋼鐵廠之多在武漢，鹽鹼廠之多在津沽，紗廠絲廠之多在長江下游，皆以廠就料之例。若原料非屬笨重，則地點問題關係較輕。倘使製造係輕巧之物品原料之所費甚少，而人工之所費較鉅者，則原料之供給直無重要意義，如製造鐘錶決無以廠就料之理矣。

市場 一種工業品之銷場在何處，視製造品性質而異。如所製係日用品或銷耗品，如布廠，紙廠，鞋廠，化學工業廠，紙烟廠等，大抵以人口之中心爲市場。倘一工業與他項工業有關係者，則市場未必即在人口之中心。又如供給鐵路物料之製造廠，則地址每與人口無關，而在各鐵路易於聯絡之處。又如製造品不靠當地市場銷用，而在轉運外埠或外國者，則工廠必設於近海口商埠之處。一則便於運輸，二則與經濟界及進出口界接近，於國際匯兌及國外需要情形較爲明瞭也。

運輸 在笨重物品之製造廠，運費一項常居成本總數之鉅額。故運費之如何減輕，至關重要。欲運費之減輕，必須使工廠有水陸交通之便利。大抵水運總較陸運爲廉，而需時較久。故製造廠之

出品，價值昂且急於到達市場，常利於鐵路運輸。惟原料與燃料之須常常供給者，不妨利用水運，源源而來，以減輕運費。故兼有鐵路與水道之便利者，必為較佳之設廠地。又工廠倘建設於鐵路之旁，則可敷設岔道，使與幹綫連接，如此鐵路車輛可直接開至廠場，裝卸貨物，尤為便利。

市內或市外 此問題可包含大城與小城而言。其選擇大抵視工廠之性質及他項問題而異。設廠於大城之利益約有數種：

(一) 易與其他有關係之工商業接近。

(二) 臨時需用之人工材料及配件易於取得。

(三) 工業之在大城市者較在鄉郊者易得經濟上之扶助。

(四) 大工廠設於大城市中，易令人注意，發生廣告之效力。

大城市中之不適宜處亦有數事：

(一) 地價昂貴，因之廠地狹窄，不能多建單層廠屋，而須建多層廠屋。

(二) 廠屋擴充之機會甚少。

(三) 城市工人多見異思遷，而不能久於所事，因之工人常多更換。

(四) 廠主與勞工少接觸之機會。

(五) 工會之影響較大。

(六) 生活程度較高，因之薪工亦較高。

(七) 在城市範圍內，每受城市建築律之束縛。

小城市或近城郊市爲通常設廠最適宜之地點，蓋地價不昂，而所需用之地亦易覓得也。工人方面不獨精神上較爲愉快，且廠中空氣清新光綫充足，所作之工較佳且速，有城市生活之便利，而無人烟稠密之苦。倘工廠離鐵路不遠，而此鐵路接近地大城市，則此廠必甚爲鐵路旅客所注目，而發生廣告之作用。新設工廠外觀美麗，效用尤著。

郊野外遠隔城市之地，除因特殊利益，如有天然原料，天然動力，可以利用者外，鮮適宜於設廠。蓋以遠隔城市必須爲職員及工人另蓋住房。他如自來水及電力之供給，救火之設備，與其他公用，公安，慈善事項，不獨須爲工人本身設法而已，且須爲其家屬設備，實與另闢一小城市無異。美國數

大鋼鐵公司每有此魄力，然非所以語於普通工業也。

地價 廠地購價不宜過高，致使成本過大，利益微薄。在大城市中廠地價值或比之廠屋價值為鉅，有時城內廠地之值足抵城外廠地及廠屋之總值而有餘。是以有因舊廠地價甚高，特行出售，而覓較賤之地，重建新廠者。製造工廠中有需用廣大之地畝以建設多數單層房屋與停放及存儲場者，不獨在大城市地價過鉅，且恐竟無可用之地。倘廠址不必廣大，又無須安置鐵路岔道者，則地價雖昂，所關較小。

工人及工價 工業發達，常有集中之傾向。如某地為鋼鐵業中心，某地為蠶絲業中心，某地為紡績業中心等等。在一種工業中心之地，必富有該項工業之工人。否則一新工業而須用多數巧工者，一時或不易得之。雖然，工人於工廠地點之選擇，其影響固不甚大也。至於工價則為製造成本中之重要部分。近大城市者較昂，鄉野者較賤，又與城市遠近有連帶關係矣。

天然動力 如有天然動力如大瀑布之類，可以取之無禁用之不竭者，自可將廠移置，以求經濟。但此種便利不多見，且自電力長途輸送以來，此種地點之選擇，已無多大重要。

氣候 選擇廠地，有時不可不知其地之氣候。如其地常發生颶風或地震者，殊為設廠所不宜。或一地之氣候過熱過冷，或雨量雪量過多，均與製造上有多少關係。且一地氣候與其地工人之勤惰及耐勞與否均有關係也。

地點 建廠區域既定，而此區域中應在何地點，頗應審擇。大抵在一地域中宜擇定數處，而比較其利害以決定之。選擇時所應比較之點，為（一）地價；（二）地形；（三）水供；（四）排水；（五）基礎；（六）隣近地勢。此外尚須注意於電力之供給，取暖之便利，物料之運輸等問題。

（一）地價 地價雖不宜過高，以致成本過大，惟地價僅係一次付給，與其他費用如運費工價等之有繼續性者不同。如比較能多省此種有繼續性之費用，則雖重價以購一較佳之地段，亦在所不惜。譬如甲地因較有運轉物料之便利，比乙地每年能減省費用一千元。若以年息五厘計算，實等於成本二萬元。故若甲地地價比乙地地價高出在二萬元以內時，則以購用較貴之甲地為經濟。

（二）地形 廠地宜平坦，或依製造次序之方向而有千分之五上下之降下坡度，以助物料之移轉。地帶上偶有低陷之處，不足為患，有時且可用以堆填灰燼及他項廢物。山邊地帶除在礦場

或採石場可用斜坡鐵路以便運輸外，鮮合於工廠之用。

(三) 供水 廠中爲供給鍋爐及衛生設備，用水甚多。倘取之於城市之自來水，爲費甚大。苟擇一地點能有天然清潔之水源可以利用，實可減節自來水費，且用水亦不至時受限制。

(四) 排水 設廠之地，應較高爽，使地面之水及廠內汙穢之水易於排除。地之下層若爲石子或沙層，排水較易。此種地質亦宜於建築基礎。

(五) 基礎 廠屋載重較大，而機器及起重機之轉動，足使廠屋發生震動。石質地層過於堅硬，無吸收震動之性。沙質地基頗好，但須注意其非爲流沙，或地點易受冲刷。泥土地質易濕，且易於沈陷，倘廠屋建築發生部分沈陷，是使廠內轉軸阻礙，難於整理，此亦選擇地址時所宜注意者。

(六) 鄰近地勢 廠之隣近地方情形，亦須加以審度，務使易於出入。所有隣近道路，須便於車馬運轉，及工人來往。

選擇廠地每擇可用之地數處，而比較其利害，以定一最佳之處。廠址既定，可細爲測量，旁及四隣地形，舉凡地勢高下，四周疆界，隣近之房屋，道路，水道，及城市自來水管之位置，及其他與設廠有

關係之事件，均一一繪出注明，以備廠屋之設計。但有時在廠屋佈置未竣，無從逆知購地之多少，則購地或須在廠屋略加計畫之後。廠地昂貴，需地不多，常常如此。若需地廣大，而地價復廉，則擇取較易。

## 第四章 工廠設計之經濟學

總論 在設計工廠全部房屋以前，須將與工廠經濟有關係各問題，一一研究，以爲設計繪圖之標準，其各問題得依其重要之次序分列之：

- (一) 擬用之製造方法。
- (二) 擬用之管理方法。
- (三) 他處同樣工廠之情形及參考。
- (四) 所須購置之機器。
- (五) 機器之佈置。
- (六) 廠內每部所需之面積及每層房屋所需之高度。
- (七) 運入運出之便利。



(八) 廠屋擴充之預備。

(九) 各部分之佈置。

(十) 各廠屋圖樣草案。

製造方法 凡設計廠屋者，必須先明瞭廠主對於該項工業之全盤計畫，及其所擬採用之製造方法，因之推算該廠出量之多少，及設備之繁簡，方能着手於廠屋之佈置，及建築之標準。大抵廠主對於所擬創設之製造工業，必先估算每年能在市場上銷售貨品若干，可獲利若干，以此項利益作為資本之利息，因得推知所需資本之額。譬如現在擬辦一製造廠，每年可售出值五〇〇、〇〇〇元之貨物，內可獲利二〇%，即每年贏餘一〇〇、〇〇〇元。此項贏餘作為資本之年利一〇%計算，即需資本約一、〇〇〇、〇〇〇元。以此資本製造年值五〇〇、〇〇〇元之貨品，再加以相當之擴充，即可約知該廠所需出產量。又廠主對於製造方法或有一定意見，皆為設計廠屋時所當依以為準者。假使廠主對於舊廠之外，擬添建新廠，亦須使設計者先知所擬加建之廠屬何種性質，有何項特別需要，及其大約產額。凡此廠主於擬議之時，必定胸有成竹，但必須使設計者明瞭一切，

對於設計者所須參考之資料一一供給之。即完全屬於建築術方面之事項，或取暖通風諸設備，設計者之見解，或超出於他人，然廠主或亦有彼個人之意見，理宜尊重之。至於廠屋之形式倘係製計造小巧物品其工作較材料爲重要時，大抵以長方形而設數層樓者最爲普通。製造笨重物品之工廠，則常有特殊之性。

管理方法 近世工業界對於工廠管理法之精進，有加無已，已成爲工業界中一專門學術。故工廠之設計亦須預留管理法將來改進之地步，務使管理方法變更時，不至發生不便。譬如廠內之管工室，工具室，及小辦事室等，均須使牆壁活動，俾便移置，以便於將來更改。凡此皆設計工程師所當注意者。

他處之類似工廠 在未繪製工廠圖樣時，最宜先參考他處之同樣或類似之工廠，搜集一切資料，以爲參考。此類資料多可在工程雜誌上得之，其記載之詳明，自非入廠一觀者所能及。最好先有此類資料參證，然後再入廠一一細察之。對於所考察之廠應調查其產量，工人數目，廠內佈置，廠屋建築，運用費及維持費等等之有助於新廠之設施者。但參考他處同樣或類似工廠時，自不可不

知各廠各有其特殊情形，未必可依樣抄襲。蓋一特殊建設，必有一特殊理由在，見於彼者，未必即見於此也。

應購之機器 工廠設計者既明瞭所設計工廠之製造及管理方法，復參觀他廠以資比較，則

新廠之設計，可以着手。先就所擬議一廠之出產量，列出所需要機器之種類及件數，先從主要機器入手，旁及附屬之機件及工具。此機器清單可與廠主或廠經理斟酌定之。每廠或每部所用機器宜分列清單，庶易審度。大抵機器總以新購者為佳，尤以通用及依標準製造者為宜。蓋機器廠所出之標準機器係經多年經驗，始克製成，必較適合於普通之用。複製多則成本輕，售價亦較廉。且存貨必多，採購亦易。若特別定製，則設計繪圖製模另需一種手續，需時既久，為費又多，且未必較標準機器為佳也。

預定佈置及購用機器時，須注意勿使製造貨品輕重懸殊之機件，同置於一處。蓋如是則各機件不能同時運用其所長，而有部分曠置之虞也。即如廠內之起重機，倘有起重十噸之能力，自無用以提起數百十斤之必要也。

機器之佈置 機器佈置之要素，爲求製造效率之增加，而求製造效率之增加，必須研究廠內貨品製造之程序。務使貨品經過各種機器時，係依次向前，照一定方向進行，而不須進而復退。此製造程序之方向既定，則機器可依此程序而排列，而預留相當之過路，務使貨品於製造時經過最短之途徑，同時復有相當餘地，以備添置機器之用。如此機器之佈置既經參酌妥當，即可推知該廠所需房舍之大小矣。

佈置機器時可將所需各項機器之平面外廓繪出，連同附帶之基礎大小，用厚紙剪出，按照製造程序方向試爲排列，經數度之參酌，當可佈置妥當。

面積及高度 機器之佈置既定，即可據以計算一廠所需面積。但機器與機器之間，應留餘地若干，當須斟酌。機器與機器間之距離，不獨爲存放製造品之用，且爲工人轉動往來之所需。機器間固不宜距離過遠，致增長運轉之途徑，且擴大廠屋之面積，但亦不宜過近，以致逼仄輾轉，動輒耗時。大抵餘地之多少，須視下列情形而異：（一）搬運原料或貨品之方法。如係用工人搬動，則地位較多，倘有起重機之裝置，則所需地位較少。（二）貨品自機器轉出後，立即移送至他機，或須暫在旁

邊存放。如立即移送至他機，則無須多留餘地，若出機後仍須在旁邊暫存，則需地較多。

各部廠屋面積略為計定後，即可計知應用幾層房屋，及每層所需之面積，因之可決定廠屋之形狀為如何。大抵廠屋之應為單層或多層，視製造之性質而異。就吾人過去之經驗以觀，則紗廠，麵粉廠，鹼廠等皆宜於多層房屋。若煉鋼製鐵等廠，則以一層為多。有時不為製造性質之所限，則比較他項情形定之。至單層房屋與多層房屋之利害比較，詳第五章。

廠屋之寬度，大抵為兩旁光線射入之所限。近來建築術日益進步，玻璃窗之面積日益擴大，幾占外牆面積八〇%以上，故廠屋雖寬至七五英尺，而兩旁射入之光線尚稱充足。若在舊式房屋，則雖寬三〇英尺，而中部已覺黑暗矣。

廠屋之高度視廠內最高之機器及其上有無起重機而定。在多層之廠屋，則每層高度與寬度之比，大概如下：

寬度在五〇英尺以內……………每層高度應為一二英尺

寬度在七五英尺以內……………每層高度應為一三英尺

寬度在一〇〇英尺以內……每層高度應爲一四英尺

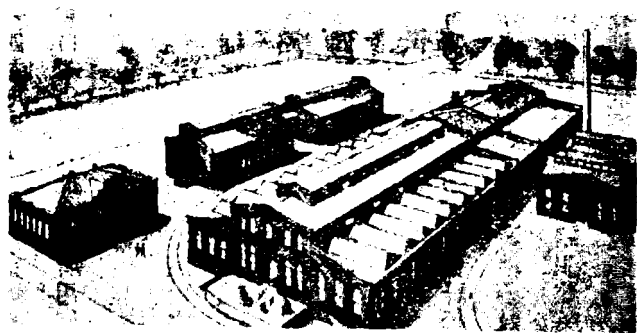
運輸之設備 廠內之運輸，包括運入，存儲，及運出。關係之重，自不待言。大抵廠中所用原料須由廠中製造開始之一端運入，中間經過數部分之工廠，而完成一製造品，則運出或暫儲存之。凡重量頗大之貨品，須由廠中敷設鐵路，與隣近鐵路幹線連接。即便貨品之出入，亦使其在廠內之運輸也。在廠內敷設鐵路，所須注意者，即廠中須有廣大地段，以便於車輛之行動及轉灣。在標準軌距四英尺八英寸半之鐵路彎度之最小半徑不得小於二三五英尺。鐵路車場並宜寬大，以便運輸。存儲室須有充足地方。不獨爲存儲原料與製造品之用，即一部分工廠偶然因事發生事故而致停頓，則未經完成或半完成之貨品亦有暫時存寄之所，以免損壞。

擴充之預備 近世工業進步至速，一工廠之設立必須預留擴充地位。普通言之，預計每年將原廠擴充十分之一，實未爲過。倘於建設之始，不早爲備，將來困難，必不易解決。倘至廠地不敷，而欲跨過道路以謀擴充。或因避免道路上行人往來之不便，而於道路下建築隧道，或道路上建築天橋，以聯接廠之兩部，於廠務至爲不便。事前若早爲之謀，當可免此。在地價低廉而需地較多之工廠，可

於事前充分收購，而將全廠計畫先為部分建設，以便逐漸完成。至於一廠屋之佈置亦須使有加添旁屋之餘地，（第二圖）或增加其長度，或增加房屋之層數。但後者須於建築之始，先有預備。譬如一工廠預備將來建築四層，而目前則祇須先蓋三層，則建築下三層時須使地腳及牆柱有負四層之能力，將來加添一層時，無須改造下層也。

為預備擴充起見，於所用建築材料不可不先為注意。如將來必須拆卸之牆，則勿用三和土建築，致將來拆卸發生困難。宜用便於拆除之材料如木板或鐵皮之類。他項建築亦做此。

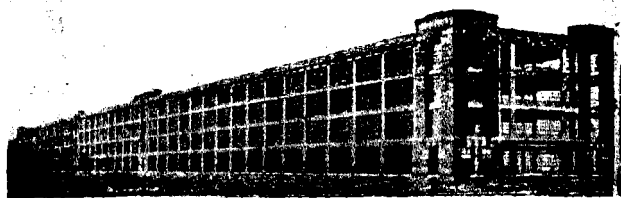
各部分之佈置 全廠中每部分機器之如何排列，及需用地位幾何，並預留擴充地位，既經決定，則各部分即可從事



第二圖 廠屋佈置草圖

集合，而定何部分應集合於一廠，及各廠間之佈置方法。大抵一廠內之有烟灰氣味及火星者，應與其他部分隔絕。譬如翻砂廠應與機器廠分離，以免翻砂廠之沙塵侵入機器間，而損及機器。又如電力廠中之鍋爐及機器兩部，例以火磚作牆隔絕之。至於集合數部分而成一廠，則此廠屋之形式亦須簡單，而不宜為特殊設計。蓋以普通形式之房屋較易於移作別用，不似特式者之難於改造也。

各廠屋之排列須依照製造程序之方向，其理與一廠內機器之排列正同。美國有一製造機器之大工廠，其中之主要建造廠與木工及翻砂廠平行，中間聯以數間分離之鐵工廠，與主要建造廠之軸線正交。鐵工廠之一端連接建造廠，其他一端則與木工廠分離。此種佈置係使將來建造廠擴充伸長時，木工廠亦可伸長，而所需增加之鐵工廠亦得增設於兩者之間也。

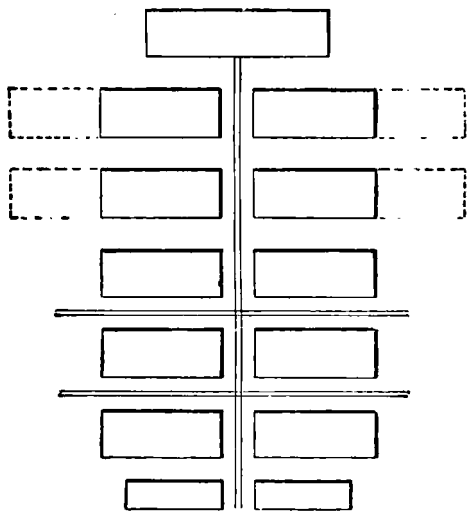


第三圖 形式簡單而普通之福特汽車工廠



又一極便利之佈置方法，係使各廠與一中線正交，而排列於其左右。此中線得為一鐵路路線，或為起重機走道，(Crane Runway) 如第四圖。將來擴充時，各廠均得向尾端伸長之。坎拿大鐵路之溫尼伯城車廠即本此法。

工廠圖樣草案 各部分之佈置既大定，則工廠圖樣之草案，可以着手。設計者可先擬定一草案，決定工廠之形式，及所採用之材料。工廠之形式大抵視廠屋所包含之設備而不同。至於材料則必宜選用防火建築材料，以求安全。若房屋建築式樣莊嚴樸實，地點復占優勝，則廣告之作用至大，且能吸收良好工匠。房屋須有充分光線與空氣，其佈置須便於運輸，以增加製造效率。房屋之構造須勿使製造程序上發生障礙。



第四圖 各廠左右排列與中綫成正交之佈置法

工廠房屋造價自不宜過鉅，以增加資本負擔，減輕贏利，且宜注意工業製造上之改進，俾所製貨品將來不合時宜時，廠屋亦不至歸於無用。譬如昔年製造腳踏車爲大工業。今則腳踏車之需要已不廣，而汽車乃取而代之。安知將來汽車不同歸廢棄，而另有第三者出耶，大抵廠屋之造價須使所投資之利益除付利息及維持折舊外，仍有贏餘，方爲合算。但此種算法亦視資本利率之高下，廠屋能適用之年齡，與廠屋將來廢棄後之賤賣價值而異。而設計者選擇及設計之結果，每在一理想工廠與一實用工廠之間也。

## 第五章 廠屋式樣之選擇

廠屋式樣之分類 工廠房屋之式樣，大別之得分爲以下數類：

(一) 多層房屋。

(二) 單層房屋，屋頂多爲人字形，而有通風窗，如第二圖。

(三) 單層房屋，但牆之四周繞以樓廊。

(四) 笨重製造之特置房屋及造船廠等。

(五) 特殊工廠，如煤氣製造廠等。

(六) 貨棧房屋。

(七) 研究所或試驗室房屋。

以上各種當得細爲分類，但以無甚重要故略之。本書所載祇關係於第一，二，三，六，七等項之廠

屋，至於第四，五兩項則情形特殊，非本書所能盡言。

單層廠屋與多層廠屋之利弊 在二十年前，工廠房屋每喜用多層。自製造規模日廣，笨重貨品之製造日見進步，而單層廠屋之用日益著。在多層廠屋各層間之轉運較難，且各層機器運行時易於發生震動。雖前者有升降機足以減少搬運之困難，而後者因房屋構造之進步，亦大為減少，但此種不便，終難免除。第三項所言之單層廠屋，兩旁有樓廊，為近世鋼鐵品製造廠之最普通式樣。蓋以樓廊上下可為製造配件之所，而中間一部則作集合之場也。廠屋之應為單層或多層，須視製造性質而定。如紗廠，絲廠，麵粉廠皆以多層廠屋為宜，若笨重物品之製造廠，如造車廠等，須藉鐵路為運輸利器者，則祇有用單層廠屋而已。今將多層及單層廠屋之利弊概述於下：

#### 多層廠屋之利如下：

- (一) 在比較狹小之廠地上，可得廣大面積。
- (二) 廠內無論何處，較單層廠屋易於達到。

#### 多層廠屋之弊如下：

- (一) 屋頂透光祇限於最高之一層，以下各層無此便利。
  - (二) 廠屋寬度每爲下層日光所能達到之距離所限。
  - (三) 如用較重之機器，爲精細之製造，則廠屋易於震動，製造難得準確。
  - (四) 上層機器之裝置，須視地板之支承力如何，不克隨意佈置。
  - (五) 如廠屋佔地小，則升降機，扶梯，及太平梯等所佔面積之比例甚大。
- 單層房屋之利如下：
- (一) 廠內任何處所得日光光線較能平勻。
  - (二) 廠內通風及取暖較易。
  - (三) 機器基礎省費，因在地上而非在地板上也。
  - (四) 廠屋之震動較小。
  - (五) 各方向均易於擴充。
  - (六) 易於督察一廠之工作。

(七) 倘屋頂用鋼鐵構造，可減少地面上支柱之障礙。

單層廠屋之弊如下：

(一) 因廠屋地面之廣闊，由一部分至他部分需時較多。

(二) 轉動機器之轉軸佈置，不似多層廠屋之便利。

(三) 因屋面廣闊，屋面上之流水槽需料較多，且難清潔，雨雪較多之地尤甚。

(四) 廠內通風及取暖之設備費較昂。

單層廠屋而兩旁有樓廊者，則上項利弊或兼有之。

建築材料之種類 工廠房屋之普通構造，得分為下列三種：

(一) 木架建築，磚牆，

(二) 鋼架建築，磚牆或三和土牆。

(三) 三和土建築，磚牆或三和土牆。

凡選擇廠屋之構造，須注意於廠屋之堅固，適用，效率，工作之簡易，及造價之低廉。而廠屋之保

險費及折舊價值，均須計及。廠屋之造價視在材料製造或出產處所之售價，連同運至廠址之運費，及至廠址後之一切起卸費而異。而建造廠屋所採用之材料，亦多用當地所產易得而價較廉者。譬如廠址在森林地帶，有多數廉價之木材，而鋼鐵之出產缺乏，須取自遠方，則自宜捨鋼鐵而取木材。反之，如廠址在鋼鐵工業區域，運價甚小，則雖購價略貴，亦以用鋼鐵為宜。至於三和土則除水泥外，其他砂石各料，所在多有，水泥為量不多，運轉亦便，故於地理上無多少關係。

上述三種材料之中，各有其特殊性質，當於另章詳述之。然亦有因廠屋之性質，而祇能採用一種或避去一種者。如製造廠中有氣體或硫酸氣體之發生，如機車房及製造蓄電池廠等，均不宜採用鋼鐵廠屋（指鋼鐵之暴露而外層無包裹者言），蓋鋼鐵一遇酸質，即易銹壞也。三和土建築在普通工廠中最為適用，價亦相宜。但在單層廠屋，則不能與鋼鐵相較，而在廣闊之廠屋，此種情形尤顯。

良好建築之要素 良好建築之主要性質如下：

（一）堅固 廠屋內所有支牆，支柱，地板，地基等，皆須因廠內之一切重量及動力而有安全負載之能力，勿使將來有因部分薄弱而加固之必要。蓋建築加固甚困難，且甚費也。凡預計將來廠

屋負載加重，或須添蓋層樓時，則下部建築均須依將來負重量計畫之。

(二) 耐用 定造廠屋，不獨爲安全起見，須使之堅固，且爲經濟起見，須使之耐久。欲使廠屋耐用，必須避免或減少房屋之震動。蓋多經劇烈之震動，則廠屋自難耐久也。廠屋建築須能耐風雨侵蝕，建築材料尤須有防火性。

(三) 適用 廠屋之結構須完全適合製造之用。此外並須使陽光充足，空氣流通，有通風及取暖之設備，及一切清潔上及衛生上之設備。

(四) 經濟 廠屋之經濟爲造價低廉，修養費輕，使用年齡長，保險費亦低。

(五) 建築簡便 工業之建設，貴在速成，故建築要簡，時間要省。大抵木料較易結構。三和土逐層建築，亦頗便捷。至鋼鐵建築之簡便與否，視乎設備而異。若有相當製造廠，一切利用機械，而在建築場所又有起重機之利用，及壓氣釘栓機之利用，則鋼鐵建築工作頗簡便。苟無此項設備，事事均須人工，則至爲遲慢。

震動及搖動 廠屋之震動爲部分之震動，或屬於衝擊之震動。搖動則爲廠屋全部之搖動。全

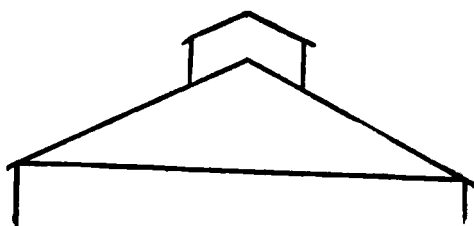


部搖動大抵由於廠內起重機之行駛往來，及廠中機器之共同震動而發生。在多層之鋼鐵廠屋，每甚著。無論震動及搖動，皆足損害廠屋之構造，並易使天窗及窗門玻璃碎裂，且令機器之轉軸發生重量磨蝕，以致效率減低，製造亦不精確。建築廠屋時，首宜注意及之。

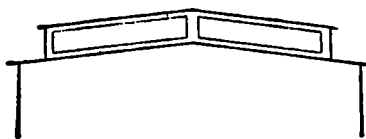
**折舊** 廠屋之每年折舊價值，視其使用年齡及廢棄後之賤賣價而異。造價高者，使用年齡較長，而每年折舊之數較小。反之造價低廉則每年折舊之數較大。木架廠屋之有耐燒性者，每年折舊約為百分之一至百分之二。三和土建築約在百分之一以下。

**火險** 廠屋為安全計，必保火險。然僅係消極之保安，火險損失每非保險賠償費所能償也。保險費之多少在建築上自視建築之防火性而異。而在保險業方面，則各地情形亦有不同。是以廠屋均宜用有防火性之建築，不獨減少火患，且常年保險費亦可減輕。

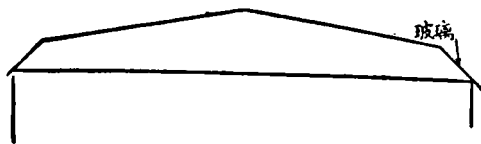
**屋頂式樣** 屋頂保護廠屋，以免風雨侵蝕。有時須於其中設通風窗，使空氣可以流通，光線亦可射入。屋頂形式宜簡單而悅目。為令雨水易於流卸起見，屋頂常作人字形，兩旁斜度大小不同。人字形屋頂中間有通風窗，如第五圖，為最普通之式樣，外觀頗美。但通風窗每甚狹窄，不易納入充足



第五圖 最普通之人字形屋頂



第六圖 裝以峰脊式通風窗之人字形屋頂

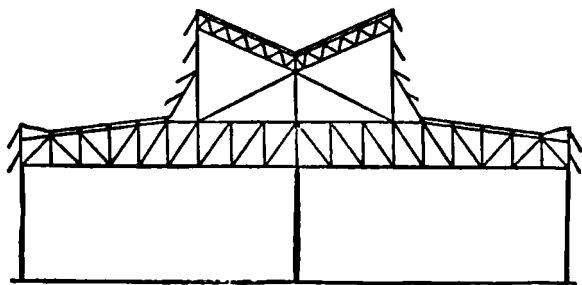


第七圖 兩末端作四十五度之角蓋以玻璃之人字形屋頂

光線。爲透光起見，通風窗之寬度應約爲廠屋寬度四分之一。如專爲通風起見，則可以略小。近年工廠頗多用兩旁斜度甚小之人字形屋頂，而裝以橫脊式之通風窗，如第六圖。此式光線甚充足。又在兩旁斜度較小之人字形屋頂，可於兩末端作四十五度之角，而以玻璃蓋之，如第七圖。如此頗可透

光，但斜放之玻璃窗易於破裂，且縫間易於漏水。又在發生多量氣體或氣味之製造工廠，常有氣體上升，浮於屋頂之下之患。若此項氣體為量甚多，而同時又欲使廠之中部光線充足，則可使直脊式通風窗之兩斜坡向上，如第八圖。但此式殊欠美觀耳。

在面積廣大之工廠，欲使內部光綫充足，可作鋸齒形屋頂，如第九圖，而使玻璃一部向北。如此日光不至直接射入，廠內光綫平勻，而無亂影之弊。但此式支柱必多，在製造笨重貨品需用起重機者時，即不適用。且廠屋較低隘，通風不易。



第八圖 斜坡向上之直脊式通風窗



第九圖 鋸齒形屋頂

木架屋頂或鋼架屋頂皆係結構建築故人字形屋頂兩旁斜坡較大。若用三和土作屋頂，因三和土不宜用於結構搭架之故，屋頂常係扁平。如第三圖，而祇留每英尺約八分之三英寸之斜度，為瀉水之用。故屋頂之形式自視用料為異，而同一木架或鋼架屋頂所宜採用之式樣，亦視廠內製造之性質而異也。

## 第六章 木架建築

木材在建築材料中之地位 木材在近世建築材料中之地位，似不如鋼及三和土之重要，然此特因木材產額之日少，長者之難得，價格之日貴，而喜用三和土者又從而抑之，固非木材性質之不如也。木材在產地，價格比鋼或三和土為便宜，而其特殊性質則為結構便利，所差者木材不能耐火，因之火險保費亦較重。故在產木之地，以其價格較廉，及取之較易，故木架建築較為普通。我國鋼鐵缺乏，而木材出產亦不富，但木架廠屋仍居工業建築上頗重要之位置也。

耐火性 木材缺乏耐火性，因為普通所公認。但假使能將木料之尖角處（如橫梁下面之兩角，方柱之四角）削之使平，則可減少着火之機會。且尺寸較大之木材雖不能避火，卻有耐火性。蓋笨大木材即使外面着火，尚能一時維持其耐力，須經過較長時間，方能燒及中部也。故用木架建築，而用少數笨大木材，此種建築謂之耐火性建築。再加以自動救火水管之設置，隔火牆之建設，及救

火機之置備，則雖非絕對防火，然已頗有抵抗火患之能力矣。

木架建築之要素 (一) 笨重木材。木架結構應用數目少而較笨重之木材，減少尖角及伸出而易於惹火之處，即使萬一着火，而着火之處皆能使救火水管達到。

(二) 止火設備。各層地板間，應有自動防火門之類。樓梯宜置於廠屋本身之外，周圍以磚砌成，使火不至循梯上下。廠內牽動機器之皮帶常有連接上下層者，地板上之開孔亦足為通火之媒。應使皮帶接通之處位於廠屋之一角，而以磚牆及消防門使與工作場隔離，以滅火患。

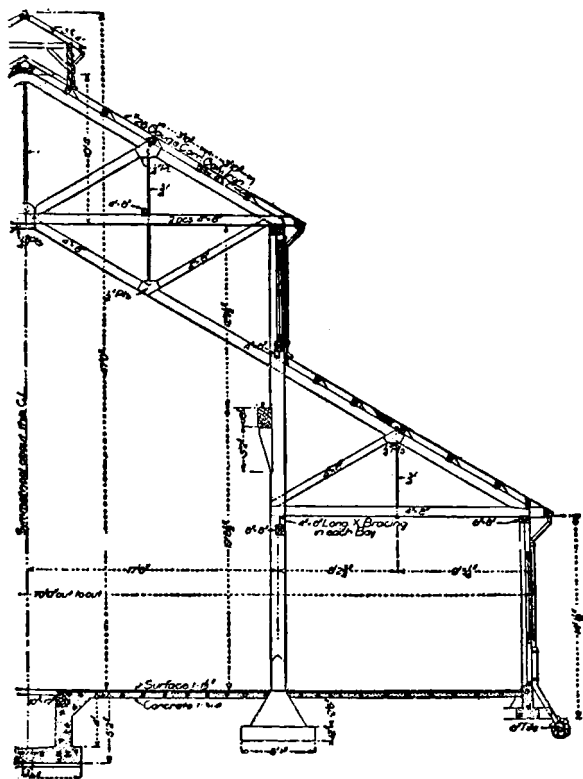
(三) 防火物料。在重要地方天花板上加塗灰泥一層，並以鐵綫作骨。此外或鐵片或石綿等，均可用以保護天花板。

(四) 防火器。除廠屋之建築應設法使減少着火機會外，並須於廠內設備適當救火器，以備不虞。

木架結構。木架結構用於貨棧為較多，高常至六七層。第十圖示柱與橫梁之結構。第十一圖示橫梁承攔於牆上之法，其承攔處用一鐵製之座。

木架建築

常用用於較寬之廠屋者，其寬度有在一〇〇英尺或一〇〇英尺以外。至於每架之距離，即沿廠屋長度柱與柱之距離，則多為一二英尺至一六英尺，而以約二〇英尺

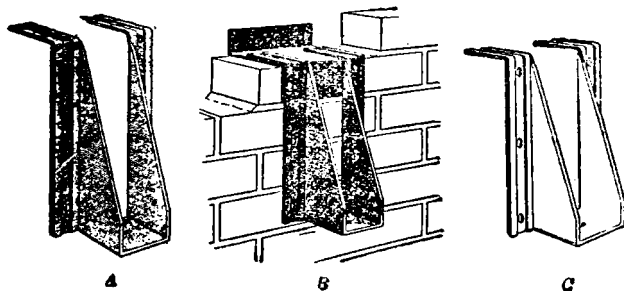


第十圖 柱與橫梁之結構

爲限。蓋距遠則木料大而購用難也。木架之大料可以數層木板  
聯接而成，第十二圖示木架結構之大概。

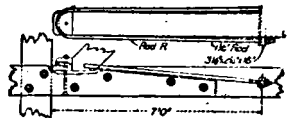
若貨棧之貨物笨重或工廠內之機器笨重，而同時廠址寬  
大，不限於必用多層建築時，則單層木架建築甚爲經濟。第十三  
圖示一木架單層工廠。

木料 我國普通用於建築之木料以洋松爲較多。他如櫟  
木，亦多採用。本國木材不豐，而強度未經詳細研究與試驗，用時  
祇可照當地習慣及建築條例所定強度計算。至木料價值隨地  
不同，殊難概括言之。市上所售者，大概有一定之普通尺度。倘能  
使用此普通尺度，則購價自較廉。倘或採用特殊之尺度，或用過  
大過長之木料，爲市上所罕有者，則費必昂，此計畫及製圖時所  
不可不知也。

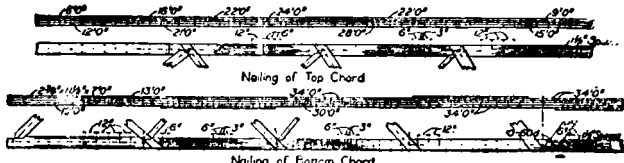


第十一圖 橫梁承攔於牆上之法

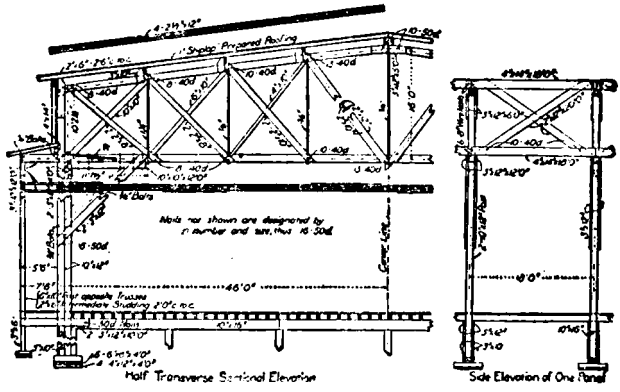




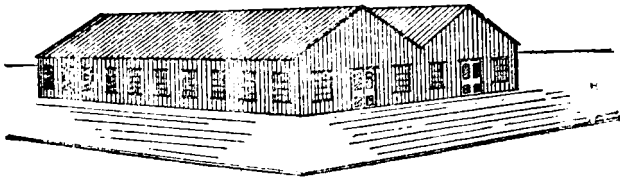
End Post and Bottom Chord Connection.



Details in Top and Bottom Chords.



第十二圖 木架結構之大概



第十三圖 木架單層工廠

## 第七章 鋼架建築

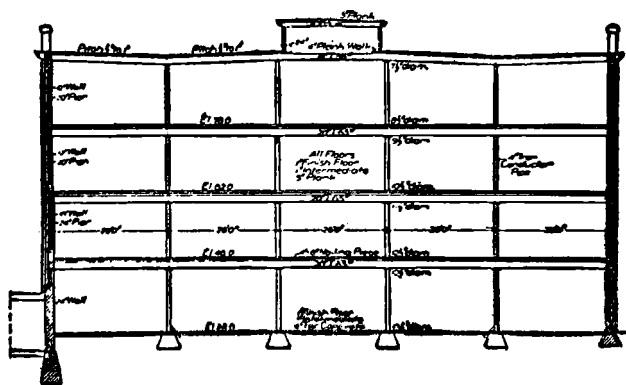
鋼鐵結構最大之優點，在能有確實計算，無論房屋寬度之大小，皆能確實計算其強度，而聯接處又能按力配料。如有適宜之建築設備，如氣壓鉚釘機，及起重機等，則鐵架建築甚為省時。鋼架建築更富有彈性，最適宜於支承廠內起重機。故製造笨重物品之工廠，而須用起重機在廠內輸運者，用鋼架建築較為適宜。

鋼架建築缺乏耐火性。如室內溫度高至華氏一〇〇〇度上下，鋼架結構之載有重量者即失其負重力而傾覆，勢必至全廠陷落。雖鋼柱外層可加磚或三和土包裹，然熱度一高，即外加材料爆裂碎下而使鋼露於外。故以木材與鋼較，雖木材能着火而鋼鐵不能，然若以安全論，鋼遇火即有傾覆之虞，而笨大木料着火後猶能支持若干時間也。以建設費及維持費論，鋼架建築較木料及三和土建築為貴。



鋼架形式 鋼架形式自視廠屋之性質，設備，及大小而異。有宜於發電廠者。有宜於製造工場者，須按事實上之需要而定之。

鋼架間之距離 鋼架間之距離愈大，則廠內之鋼架數愈小，而全廠平均每平方英尺屋頂架及支柱之鋼料磅數愈輕。但距離愈大則屋頂兩旁聯接之桁每條之長度愈增，重量愈大。故鋼架間最經濟之距離，為使全廠鋼料之總量最小者。又屋頂與長桁及支柱之鋼價每不一律，則最經濟之距離，為使全廠鋼料之總值最低者。普通之桁多以簡單之軋鋼 (Rolled Section) 如角鐵，乙字鐵之類為之，因此鋼架間之距離常自一六英尺至二五英尺之譜，所以使桁之配合也。一六英尺距適宜於六



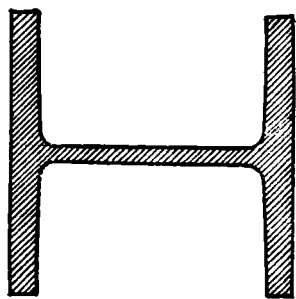
第十五圖 較大之鋼架廠屋結構

○英尺以下寬度之屋頂架，及較小之載重；二五英尺距則適宜於較闊之屋頂，較大之載重。

屋頂架 屋頂架之形式視寬度及廠內有無特殊情形而異。如無特殊情形，當用簡單式之結構。

屋頂架之各部分多以兩角鐵作成，其結構處則以鋼板墊之。又屋頂架兩端聯接於兩柱之處，有用鋼板鑲入者，有用角鐵連接者，亦視事實上之需要而定焉。

柱 廠屋鋼柱之非主要而載重亦不大者，以四角鐵而以斜條連綴為最佳。如係邊柱而受有撓力，且載重較大者，則以四角鐵夾一鐵板為最宜。工字鐵（L）及角鐵（i）則



第十六圖 工字鋼柱

祇可用於邊角之小柱而已。支柱剖面之大小可依所受重量而支配之，甚為便利。近年以此項鋼柱所需各配料之截斷，鑽孔，及鉚釘之工作甚繁，故有工字鋼柱之製造，如第十六圖所示。邇來此式之採用大著。美國之卡內基（Carnegie）鋼廠已改製此項鋼柱。此項工字鋼柱之妙在減少配合與鉚

釘之繁，然其不便之處在笨重不易輸送，且製造費亦略昂。

除鋼柱外，生鐵柱之採用亦非罕見，且有以爲生鐵柱勝於鋼柱者。蓋以生鐵柱占地較小，外觀亦較整齊也。但生鐵柱係空心，製造時倘不慎，卽有厚度不均匀之弊。若厚薄相差太甚，則薄處偶受抨擊卽有崩折之患。且生鐵亦不能禦火，若廠屋着火而又受水龍之噴射，亦易於陷落，惟或不如鋼柱之速耳。

起重機走道及其承梁 製造工廠多於廠內設起重機，以利運輸。其製造笨重貨品者，則起重機之用尤爲重要。起重機實與廠屋之設計有重要關係。其所吊重量以一〇噸爲最普通。五噸以下之機多以人力牽動，一〇噸以上則率以電力發動。起重機之吊橋 (Crane Bridge)，兩端各以二輪或四輪承於一走道。大抵吊起重量在五〇噸以下者，橋之兩端各用二輪。六〇噸至一五〇噸之機，恐輪載之過重，每端輒用四輪。每一起重機走道，包含鋼軌一條以承納吊橋一端之輪，鋼軌之下支以承梁。承梁之結構及承放於支柱之法各有二。倘所吊重量不大，而吊橋亦不長，則承梁可以工字鋼條爲之。其承放於支柱亦在支柱中軸之外。若起重機所吊重量甚大，而吊橋亦甚長，則爲避免支

柱之過受撓力起見，承梁之安置應使柱之一部直接承受由承梁傳下之力，而承梁之結構亦較大。起重機吊橋地位之大小，每端各輪間之距離，及每輪之最大載重，（起重機吊起最大之規定重量，而此重力又偏於一端，則輪之載重最大。）各製造起重機之工廠有不同之尺度下表係最普通之尺度，起重機之尺度表計畫廠屋及承梁時所當注意者也。

## （甲）人力起重機

六		四		二		吊起重量(噸)	吊橋長度A	輪距B	每輪最大載重W	直度空間C	兩旁空間D	鋼軌重量每碼
五〇	三〇	五〇	三〇	五〇	三〇	三	三〇英尺	四英尺	三五〇〇磅	四英尺英寸	七	三〇磅
七	六	五	四	五	四	四	四英尺	四〇〇〇	四	六	七	三〇
九五〇〇	八〇〇〇	六五〇〇	五五〇〇	四〇〇〇	五五〇〇	四	四英尺	三五〇〇	四	六	七	三〇
五	五	四	四	四	四	四	四英尺	三五〇〇	四	六	七	三〇
九	九	八	八	七	七	七	四英尺	三五〇〇	四	六	七	三〇
四〇	四〇	三〇	三〇	三〇	三〇	三	三〇英尺	四英尺	四〇〇〇	四	七	三〇

吊起重 量(噸)			吊橋 A長			輪		每輪最大載重	直度空間 C	兩旁 D空	鋼軌每 碼重量	
度			B		距							
一〇			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	一三〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅
五			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	一五〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅
一〇			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	一八〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅
一〇			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	二〇〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅
一〇			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	二二〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅
一〇			八〇	六〇	四〇	九英尺	英寸	二六〇〇〇磅	六英尺	英寸	一〇英寸	五〇磅

(乙) 電力起重機

一〇		八	
五〇	三〇	五〇	三〇
八	七	七	六
一四五〇〇	一三〇〇〇	一二〇〇〇	一〇五〇〇
五	五	五	五
一〇	一〇	一〇	一〇
五〇	五〇	五〇	五〇



五〇		四〇			三〇			二〇			一五		
六〇	四〇	八〇	六〇	四〇	八〇	六〇	四〇	八〇	六〇	四〇	八〇	六〇	四〇
一三	一三	一四	一三	一二	一三	一二	一一	一二	一一	一〇	一二	一一	一〇
六									六	六			
八五〇〇〇	八〇〇〇〇	七七〇〇〇	七一〇〇〇	六六〇〇〇	五九〇〇〇	五四〇〇〇	五〇〇〇〇	四三〇〇〇	三九〇〇〇	三五〇〇〇	三六〇〇〇	三三〇〇〇	三〇〇〇〇
一〇	九	九	九	八	八	八	八	七	七	七	七	七	七
	六			六	六	六		六	六	六			
一五	一五	一四	一四	一四	一三	一三	一三	一二	一二	一二	一二	一二	一二
一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	八〇	八〇	八〇	八〇	八〇	八〇	六〇	六〇	六〇

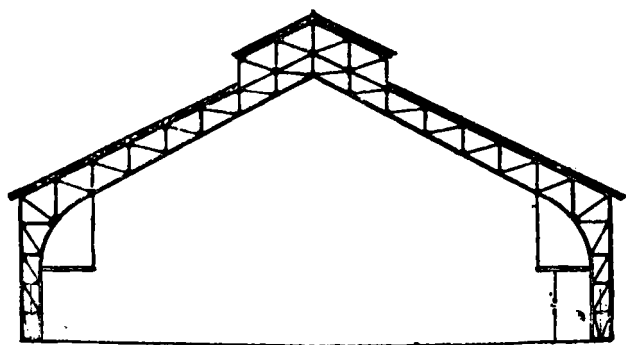
一五〇		一二五		一〇〇		七五		
八〇	六〇	八〇	六〇	八〇	六〇	八〇	六〇	八〇
二〇	一八	一五	一三	一四	一二	一四	一二	一四
五	五	五	五	五	五	五	五	
一四〇〇〇〇	一三〇〇〇〇	一二〇〇〇〇	一一〇〇〇〇	九五〇〇〇	九〇〇〇〇	七〇〇〇〇	六五〇〇〇	九〇〇〇〇
一七	一六	一六	一五	一五	一四	一二 六	一二	一〇
二二	二二	二〇	二〇	一八	一八	一六	一六	一五
一七五	一七五	一七五	一七五	一五〇	一五〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇

表中所載每輪之最大載重乃指靜重而言。起重機在運行時，則多增一種衝擊力。此衝擊力在人力起重機應按靜重加一〇%，在電力起重機應加二五%，計算承梁時應計及。又一廠之內常有不止裝一起重機者。計算承梁當以梁上同時受兩機最接近時之重量為準。但兩機既最接近，鮮有同時重載而速行者。故計算承梁時可不必將衝擊力加入。（如單機外加衝擊力較雙機不加衝擊

力爲重時，自應以較大之力計算。又如起重機停在承梁之中部，而所吊重物依吊橋之方向左右擺動時，則承梁實受有極大之橫衝力。此橫衝力應依所吊重量之一〇%計算。

廣大之鋼架廠屋 廠屋內部最好少有支柱之障礙，俾廠內機械得以如意佈置及便利運輸。在特殊情形之下，且確需要一廣大無阻之工場，此種工場祇可用鋼架建築，若木架，若三和土，均非其儔也。

除製造工廠外，尙有大操場，賽會場，及停車場等，均常用廣大之廠架，而停車場之用尤著，如第十七圖。此種停車場有寬至三〇〇英尺，而足容軌道一六道者。廣大鋼架建築不宜再有起重之設置，或屋頂架下再負其他重載。蓋建



第十七圖 廣大之鋼架

築費視寬度之平方爲比例，若再加負重，則殊不經濟也。

## 第八章 三和土建築

淨三和土與鋼骨三和土 以水泥與黃沙及石子混合，以水拌勻，乾後即硬結而富有抵抗擠壓力之性，是謂三和土。三和土雖富有抵抗擠壓力之性，卻極薄於抵抗牽引力之性，故凡建築之須兼抵抗擠壓力與牽引力者，常於三和土內在抵抗牽引力之一部加用鋼條數支，以輔三和土之不足。如是謂之鋼骨三和土。其不用鋼條者謂之淨三和土。三和土內加用鋼條不特足以增加抵抗牽引力之性，且足以增加抵抗擠壓力之性。故重要建築，凡用三和土，必用鋼骨三和土，而少有用淨三和土者。本篇所述亦係專指鋼骨三和土。

在前各章所述各種建築材料中，若木材則出產少而難得多量之大料，苟無就地取材之便，則展轉運輸，為費頗昂；若鋼鐵則本國出產甚少，取材異國，為費更貴。惟三和土則內中黃砂與石子兩項幾於隨處皆有，為值至廉。水泥我國南北中部皆有出產，或桶載，或袋載，運送便利。鋼條所用不多，

國內可以自給。而三和土建築之工作亦較之木架與鋼架建築爲簡單，工人亦易於羅致與訓練。故以我國情形論，三和土居建築上重要位置當無疑義。至於工廠建築，則尤以三和土爲普通。

三和土建築之優點 三和土建築有以下優點：

(一) 三和土之團結一致與天然整塊之石無殊，而其抵抗力則與年遞長。三和土地板可於建築數年後加負原計畫載重之一倍。又原有房屋可添蓋上層，而無須加固原有之結構。

(二) 三和土有阻火性。倘廠內裝設安全門，則偶逢發火，亦可限制其在一室或一層廠屋之內，而不至燎原。故三和土宜用於鐵廠及其他工廠之生火者。

(三) 三和土有阻水性。如於梯門四周設有高約三英寸之欄，則上層之水不至漏入下層。故上層倘發火，用水噴射，下層可無漏水毀及機器或材料之患。

(四) 三和土建築倘計畫慎密，選料精良，而工作復合度，則其使用年齡直不可以數計。在建築物中爲最耐用者。

(五) 三和土建築較易施行潔淨。地板可用水管噴水洗刷，故用於食品製造廠，屠宰場，市場

之類，至爲適宜。

(六) 三和土建築較爲經濟，蓋以比之鋼鐵，則材料便宜，比之木料則以三和土能耐火，不必用救火噴水管之設置也。建築費亦較廉，以可用普通工人，無須巧工也。

(七) 三和土建築可用當地材料及工人，不因等候外路材料之輸來，以致工事停頓，在時間上較爲經濟。

(八) 三和土工作較其他工作爲簡易而迅速。

(九) 建築工事常因計畫或別項關係而有臨時之小改動。在木架建築及鋼架建築，木料與鋼料都已配成，如必須改動，勢須將原料廢棄，而重新配合。既多損失，且又費時。若顧惜已成之料，而不改動，則必將錯就錯，不克盡善。在三和土建築，則於施工以前，甚至於施工之時，亦可臨時修改，而無甚大困難。

(十) 普通淨三和土建築，其抵抗擠壓力之性，較良好之磚工，可大三倍以上。故外牆如用三和土建築，則厚度可大減，而可用之地上面積增加。牆薄則基礎之厚度亦減少。

(十一)三和土建築之震動，較木架與鋼架爲小。因之廠內機器之開行速率可以較大，轉軸之磨擦減少，耗力不多，而承接轉軸處之磨蝕亦因之減少。

(十二)三和土外牆薄而甚固。又因不承受上層之重量，故開窗地位可任意擴大，透入多量光綫，非磚牆所能及。

(十三)三和土地板不受礦質油或植物質油所侵蝕。

(十四)三和土建築不爲鼠所滋擾。

三和土建築之弱點 三和土建築亦有弱點，其較著者如下：

(一)三和土建築在施工前與施工時雖較木料或鋼料爲易於改動，但在既施工後，則改動反較木料及鋼料爲難，以三和土質硬而不易拆下故也。凡預備將來擴充之廠屋，其隔牆不宜用三和土而宜用磚。

(二)三和土建築雖能耐久，但拆除時其舊料幾全無用處。

(三)三和土牆每甚薄。容易傳聲。欲避聲音之嘈雜，須建雙層牆，而以空層隔絕之。



(四) 廠內機械及輪軸不易安裝於三和土天花板或地板之上。在建築完成以後，如欲添裝水管或汽管，必須穿過三和土牆或地板時，此種工作甚為困難。在木料與磚料廠屋，此種工作，雖亦煩難，但不如在三和土廠屋之甚。

(五) 如用三和土作外牆，則外表粗陋，觀瞻不美。倘另以磚砌牆面，則多額外之費。

(六) 三和土結構之各部分甚為笨重。試以柱而論，同一強度之柱其大小之比較如下：

鋼柱

八英寸見方

生鐵柱

九英寸直徑

松木柱

一二英寸見方

三和土柱

一八英寸見方

其他如橫桁橫梁等，三和土建築均較他項材料為巨。柱大則佔據地面多，而可用之地面面積因之減少。

三和土材料與配合 (一) 水泥 我國製造之水泥以唐山啟新洋灰公司出品為最著。他如

上海水泥公司，龍潭中國水泥公司，及廣州士敏土廠均有出品。各牌成色，頗有不同。以經各地主管建設事業之官署，或各工業學校，工程學會，依法試驗及格者，方可採用。

(二) 黃沙 黃沙以潔淨而不含泥質者爲合。如無黃沙，亦可以細石子及壓碎石代之。其大小以在四分之一英寸篩孔篩出者爲合。

(三) 碎石 碎石以堅實多稜者爲佳。大小宜參差不一，最大直徑約以二又二分之一英寸爲度。

三和土之配合，在普通部分如樓板，橫梁，外牆等約以水泥一分配黃沙二分碎石四分爲最宜。如是謂之一比二比四三和土，三和土柱之配合，宜爲水泥一分配黃沙一分半與碎石三分，卽一比一·五比三。地基等用多量三和土者，得爲一比三比六，或一比四比七。

鋼骨 鋼骨俗名竹節鋼，有圓形與方形二種。因欲增加鋼骨與三和土之結合強度，故鋼骨面上常製成凸出之點或條。用在三和土地板建築者，因鋼骨細小而條數甚多，爲省便計，多用鋼絲網代之。爲保全三和土內之鋼骨計，三和土之配合要渾厚而不至水分太多，且宜防三和土裂開。因裂

開則鋼骨暴露於外，易爲水分所侵蝕矣。

三和土設計之種類 通常用之三和土建築，有下列數種設計方法：

(一) 內部結構及地板悉用鋼骨三和土，而以磚爲外牆。

(二) 內部結構及地板悉用鋼骨三和土，並以三和土爲外牆。

(三) 內部結構及地板以及廠屋四周之柱悉用鋼骨三和土，外牆不承受上部之重。

(四) 輕便鋼鐵結構，而於外部包以三和土。

第一類宜用於小廠屋，建築甚速。第二類則三和土外牆難得美觀，費用較昂。惟建築較鞏固。第三種爲最經濟之設計，建築時間亦至省。若外牆以磚砌成，並包圍外柱，則外觀至美。第四種乃非尋常所謂鋼骨三和土，蓋此類以鋼鐵爲主要部分，特於建築後以三和土補充其力耳。

鋼骨三和土可用作廠屋之基礎，柱，梁及地板。惟巨大之橫梁，受廠內震動力者，或屋頂之架，則宜以鋼鐵爲之。三和土不宜結架，以木板作型 (Form) 甚難，其聯接處難得堅固可靠也。

三和土之設計及建築至須審慎。在設計圖上應詳細分別註明靜載重 (Dead Load)，動載重

(Live Load) 及一切衝擊力及風力。在說明書內須說明各部三和土之配合成分，及三和土在經過若干時間後應有之強度。至於在場工作時，尤須照圖小心從事。三和土建築物之成爲良好建築物全視準確之學理，良好之結構，細心之計算，適宜之材料，及審慎之工作。但以三和土材料之粗糙，無須追尋精深之學理，應用上之公式亦宜採用簡而易用者。

三和土及鋼條之實用單位應力 三和土材料粗糙，且係混合而成，其強度每相差甚鉅。故吾人計畫三和土建築時所用之單位應力，不得不較低，以策安全。而此單位應力當然視配合之成色而異。在一比二比四三和土，經二十八日後，可用下列之安全單位應力：

淨三和土柱

每方英寸壓力四〇〇磅

鋼骨三和土

每方英寸壓力六〇〇至七五〇磅

三和土不應計算其有牽引應力。至於鋼條之單位牽引應力，則以每方英寸一六〇〇〇磅爲最普通。吾人設計之始，當先赴城市建設機關取得其建築條例，以爲準則也。

三和土與鋼條間之安全結合力，在光身鋼條約爲每方英寸六〇〇至八〇〇磅，在鋼絲約爲每方

英寸三〇至五〇磅。淨三和土之安全剪割應力約爲每方英寸四〇磅，鋼骨三和土則約爲每方英寸一二〇磅。

三和土柱 三和土柱雖所受係壓力，但都加用鋼條。鋼本富於擠壓應力，用諸柱內，足加固柱力不少也。柱內鋼條有專用幾條垂直鋼條者，有於垂直鋼條之外箍以鋼圈或螺旋形細鋼條者。用鋼圈較不用鋼圈增多二〇至四五%之強度。

方形三和土柱，約從一二英寸見方起，四尖角截去約一英寸。從一二英寸見方起至一八英寸見方，大抵以用四枝鋼條爲多。若受力加大，則宜加用鋼圈或螺旋形鋼圈，如是柱可作多角形。而用鋼條八支作骨。用於柱內之三和土，最好之配合比例爲一比一·五比三，其碎石之大小以不超過一英寸爲宜。鋼條之位置應在距柱面一英寸半至二英寸之間，俾鋼條受充分保護。而柱之有效面積應以鋼條範圍內之面積爲準。

凡柱之高度超過其最小橫度六倍時，即宜加用鋼條，而不宜用淨三和土。但鋼骨三和土柱之高度亦不宜超過最小橫度十五倍。（柱之橫度亦係自鋼條量起，其外面之三和土，祇可認爲保護

鋼條者，而不作柱面積計算。故三和土柱所佔面積每甚大。

用在柱內之垂直鋼條，其分量約爲柱面積（即鋼條範圍內面積）百分之一至百分之五，而以百分之二爲最普通。今假定有一方形三和土柱，於四角各用鋼條一支，鋼條之距離爲一—寸，有效之柱面積爲一二—方英寸。如用百分之二之鋼面積，則四鋼條之面積應爲二·四—方英寸。故可用四支八分之七英寸徑之圓鋼條，其總面積爲二·四—方英寸。

鋼骨三和土柱之安全強度可用下列實用公式求之：

$$P = f_c A [1 + (n - 1) p]$$

式內  $f_c$  爲鋼骨三和土柱強度之磅數， $f_c$  爲三和土安全單位擠壓應力每方英寸磅數， $p$  爲有效柱面積之平方英寸數， $n$  爲鋼與三和土兩物材料彈性係數 (Modulus of Elasticity) 之比例，(鋼之彈性係數爲每方英寸三〇、〇〇〇、〇〇〇磅，三和土爲一、五〇〇、〇〇〇至五、〇〇〇、〇〇〇磅，故  $n$  爲由六至二〇之一定數，普通用一二至一五。)  $p$  爲鋼面積與柱面積之比例。今試就上述之柱計算之，而假定  $f_c$  爲六五〇， $n$  爲一五，則柱之安全強度爲

$$P = 650 \times 11 \times 11 [1 + (15 - 1) 0.02]$$

$$= 650 \times 121 \times 1.28 = 100,670 \text{磅。}$$

用在鋼條外之鋼圈可於每一英尺處置一個，而以鐵絲緊緊繫之。如用螺旋鋼條，其直徑約為十六分之三英寸至二分之一英寸，約距離四英寸環繞而上。

廠屋內柱與柱之距離，視載重及結構方法而異。如用橫梁建築，而地板載重每方英尺約二五〇磅者，則最經濟之柱距為一八英尺。

**橫梁** 橫梁之截面多為長方形，其下部加以鋼條數支，以抵抗橫梁下部之牽引力。梁之深度應約為兩梁間跨度 (Span Length) 十分之一至十二分之一。又梁之深度應約為寬度之二倍。深而窄之梁，用料較為經濟，蓋以梁之抵抗撓幾 (Resisting Moment) 與梁之寬度成正比例，而與梁之深度之正方形成比例也。

若建築係用三和土地板，則地板與橫梁緊接，且三和土係同時配製倒入板型，故三和土地板靠近橫梁之處有輔助橫梁抵抗撓力之功用，從橫梁兩旁起左右各量出四倍地板厚度之處，可直

視為橫梁剖面之一部分。如是橫梁不為長方形而為丁字形，謂之丁字形橫梁。

計算丁字形橫梁之法，得分為橫梁之大小及鋼條面積之多少二部。學理上之公式甚繁，實際上不便採用。欲求橫梁之大小，可採用下列實用公式：

$$d = \sqrt{\frac{rM}{f_s b^2} + \frac{t}{2}}$$

式內  $d$  為橫梁深度之英寸數，（橫梁深度係指自橫梁頂面起至鋼條中心之距離。至鋼條下之面積，祇認為保護鋼條，不算入有效面積內。） $M$  為橫梁之撓幾（Bending Moment）， $r$  為同一體積鋼條價值與三和土價值之比例， $f_s$  為鋼條安全單位應力， $b$  為橫梁下部之寬度， $t$  為兩旁地板之厚度（自地板上面起至鋼條中心之距離。）此公式祇表明  $d$  與  $b$  之關係，必須先假定  $b$  以求  $d$ ，或假定  $d$  以求  $b$ 。計算時可將已知之數先為代入，然後屢試而得  $d$  與  $b$  之最適用尺寸。又式內之  $M$  在通常橫梁為  $\frac{1}{8} w l^2$ ， $w$  為每英尺內之載重， $l$  為橫梁之長度，但因橫梁每每連接數節，為連續橫梁（Continuous Beam）中部數節最大之  $M$  為  $\frac{1}{12} w l^2$ ，末兩節最大之  $M$  為  $\frac{1}{10} w l^2$ 。



今設有一長三〇英尺之橫梁，上有均布載重共四〇、〇〇〇磅。若橫梁在連續數段之中，則其最大撓幾爲

$$M = \frac{1}{12} w l^2 = \frac{1}{12} \times \frac{4000}{3} \times 30^2 \times 12 = 1,200,000 \text{ 英寸磅。}$$

今假設  $r$  爲七〇， $f_b$  爲每方英寸一八〇〇〇磅， $t$  爲二又四分之三英寸，則

$$d = \sqrt{\frac{rM}{f_b t} + \frac{t}{2}} = \sqrt{\frac{70 \times 1,200,000}{18,000 \times b} + \frac{2.75}{2}}$$

試以便利之整數代入  $b$ ，而求  $d$  與  $b \cdot d$ 。

$b$	$d$	$bd$
九英寸	二四英寸	二一六方英寸
一〇英寸	二三英寸	二三〇方英寸
一一英寸	二二英寸	二四二方英寸
一二英寸	二二英寸	二五二方英寸

在表內可見  $d$  愈小則  $d^2$  愈小，即用材料愈為經濟。但  $d$  若太小，則梁之下部或不克容納多數之鋼條，如上列  $d$  為九英寸，恐有不足，今試用  $d$  為一〇英寸。

橫梁下部鋼條之如何支配，可以下式求之：

$$A_s = \frac{M}{f_s j d}$$

式內  $A_s$  為鋼條剖面之方英寸數， $M$  為撓幾之英寸磅數， $f_s$  為鋼條安全單位應力每方英寸磅數， $j$  為鋼條安全單位應力每方英寸磅數，即上述梁之深度， $j$  為一比例數，普通可認作八分之七。依式計算：

$$A_s = \frac{1,200,000}{18,000 \times \frac{7}{8} \times 23} = 3.31 \text{ 方英寸。}$$

因  $d$  僅有一〇英寸，鋼條恐不能排在一行，蓋以鋼條之間須留充分空隙，俾三和土之石子及碎石得以填入，而不至發生空隙，減少強度也。今試用鋼條六支，每支四分之三英寸見方。則鋼條總面積為三、三八方英寸。分兩行排列。橫梁下部再加適量三和土，使其總深度為二六英寸。此梁之大小，

及鋼條之分配，均甚適宜。

橫梁所受剪割力，兩端爲大。爲增加對於剪割力之抵抗性起見，常於主要鋼條之外，加用垂直鋼條若干。由近中部起，向兩端加密。又橫梁如係連續者，則其在柱上之撓幾，與梁之中部相反。卽上部受牽引力，而下部受擠壓力。故梁之鋼條將近兩端時，卽屈起爲改置於梁之上部。有時爲便利及較準確起見，常有將橫梁所用鋼條及垂直鋼條等先行配置整齊，然後整個安放以撓下三和土者。

三和土地板 三和土地板承於橫梁之上，其寬度以六英尺至七英尺爲最經濟。故柱之距離亦以由一八英尺至二〇英尺爲最佳。計算地板之法，可於兩橫梁之間取寬一英尺之地板一條作爲一單位。論其性質，亦爲連續梁。先算出其最大之撓幾，然後計算地板之厚度，及所用鋼條之多寡。假設地板上每方英尺連本身重量在內，計載重二〇〇磅，則地板上最大之撓幾

$$M = \frac{1}{12} w l^2 = 9,000$$

英寸磅。（約數）至地板之深度， $P$ ，可用

$$d = \sqrt{\frac{M}{cb}}$$

公式求之。(橫梁之深度亦可採用此公式。)式內  $d$  爲地板(或橫梁)之深度,  $M$  爲最大撓變,  $c$  爲寬度(今既採一英尺闊之地板爲一單位橫梁,則  $c$  應爲一二英寸。在其他橫梁,則爲橫梁之寬度)。爲一定數,約由六〇至一五〇,普通可作鋼條一〇〇計算。因此

$$d = \sqrt{\frac{M}{cb}} = \sqrt{\frac{9000}{100 \times 12}} = 2\frac{3}{4} \text{ 英寸。}$$

鋼條下加一又四分之三英寸之三和土,故地板之總厚度應爲

$$2\frac{3}{4} + 1\frac{1}{4} = 4 \text{ 英寸。}$$

鋼條之數亦可用橫梁所用公式以求之,

$$A_s = \frac{M}{f_s d_j} = \frac{9000}{18000 \times 2 \frac{3}{4} \times \frac{7}{8}} = 0.21 \text{ 方英寸。}$$

如每六英寸寬度用一支八分之三英寸徑之圓鋼條，則每一英尺之寬度即有〇、二二方英寸面積之鋼條。三和土地板所用鋼條祇用於一方向，即較窄之一方向是也。又以地板為連續梁，故中部鋼條放在下部，而靠近橫梁之處即折而上。

三和土地板上機器安放法 機器應如何安放於三和土地板上，視機器之大小及其重量而異。在較重之機器，應先使所在地板面上用三和土加高約半英寸，俟機器安放後再於機器座之周圍加鋪闊四五英寸之薄漿一層。在較輕之機器其重量不足以使其地位穩固時，必須用螺絲釘以緊著於地板。此種螺絲釘有臨時裝設者，有預為裝設者。其預為裝設者，釘之下端每每穿地板而過，而以釘帽栓於地板之下。機器之極輕便者，常有釘栓於臨時木製機器座，可隨意安放於地面上。地板或橫梁下面機器轉軸裝置法 裝置機器轉軸有洒水管等於地板或橫梁下面，即下層之天花板上，方法甚多。但所用方法必須較為活動，俾將來轉軸或有改變，或有增加，或機械上有改

良，仍有伸縮餘地。至着於三和土內之螺絲釘應於灌三和土時卽行安設。三和土乾硬以後，鑽孔困難，且損及三和土內之鋼條，尤爲危險。

普通簡易方法可於橫梁之下約每四英尺左右，預置一螺絲釘，釘之一端伸出於橫梁下，可以隨時加栓一木條，而以轉軸吊座釘栓於木條之下。螺絲釘伸入三和土之一端，應有較闊之頭，或於尾端屈轉，使不得被拉而出。又有不用木條於橫梁之下，而用一槽鐵者。用時先將轉軸吊座按照適宜地位釘栓於槽鐵，然後按螺絲釘伸出之地位，將槽鐵栓上。

螺絲釘之地位有可使之移動，以求與轉軸之位置脗合，使得最正確之地位者，轉軸吊座之位置亦可移動，其法先用兩小角鐵以嵌入三和土之螺絲釘，栓於橫梁之下，而聯接轉軸吊座之螺絲釘可在兩角鐵間之空間移動，能改變轉軸之位置，而使之準確。

在三和土地板下可預先安設螺絲釘以爲日後聯接他項機件之地。

## 第九章 基礎

總論 永久建築應有鞏固基礎。然工廠房屋之基礎，鮮有發生困難問題者，因選擇廠址時已於基礎問題，加以研究，趨易避難，故工廠之基礎問題較他種建築之基礎問題為簡單，本章論列所及，亦以普通基礎為範圍。

工廠基礎除房屋本身之基礎外，他若廠中之機械，廠外之起重機，水塔，及他種構造物，皆須有適當基礎。而設置之始，尤須顧及將來貫穿地下之水管，汽管，水渠等位置也。

載重 廠屋基礎所承受之重量，可於廠屋草圖依其建築材料之數量及重量而約略得之。機械之重量及起重機之重量，可於製造此項機械之工廠詢得之，機械說明書亦常敘明。至於廠屋各層樓面之活載重，須先為規定或估定。此活載重與房屋之靜載重及機械之重量，皆由廠屋之各部分傳至基礎，為廠屋基礎所承受之重量。

機械之運轉，發生震動，及起重機之運轉，忽行忽止，發生衝擊，皆為基礎上特殊之載重。此載重每作為機械之重量或起重機所起之重量百分之二十五至百分之五十計算。若係重大之機，發生極大衝擊，則有以百分之百計算者。又風之拔起力，有時亦須計算在內。

各種地質之支承力 在 cities 中建築工廠，則其地之支承力可於隣近地段之其他建築先例求之。但若發生疑義，或新廠所在地未嘗有先例可求，則必須試掘，定其土質。或於一定之面積上，加以載重，而逐漸驗其沈降之度。如此略費工夫，而廠屋下各部土壤之支承力可以得悉，依以計算，不至有各部沈降不勻之弊。

掘驗土質之法，最好於一小面積之下繼續發掘，取驗其土質之種類，而定其所能支承之重量。較速之法，可用鑽鑽取，或將一英寸半直徑鐵管打入地下，同時用自來水放入管內，洗刷下層之土，以助鐵管之打入，並將下層之土沖出察驗。但此祇適用於較鬆浮之泥土。若係堅實之層泥，或斷層之石質，則未適用也。

地質之支承力，多以每方英尺之噸數或磅數表示之。普通所用以為安全載重之標準者，約略



如下：

各種地面安全載重之每方英尺噸數

地質種類	安全載重之每方英尺噸數	
	最小數	最大數
最堅之厚層岩石在其自然之石牀中	二〇〇	
石（約等於最佳之砌石）	二五	三〇
石（約等於最佳之砌磚）	一五	二〇
石（約等於較次之砌磚）	五	一〇
土（厚層而永遠乾爽）	六	八
土（厚層而頗乾爽）	四	六
土（鬆軟）	一	二

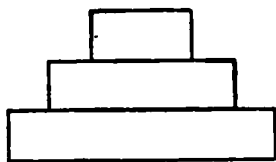
石子與粗砂（結合堅固）	八	一〇
砂（乾淨而固結）	四	六
砂（乾淨）	二	四
流砂、浮泥、積土	五	一

上表乃係極普通之規定，用時應斟酌當地情形而定之。又土壤之支承力在表面上者較在下層者為小。若深入下層，則在同一土壤可將其支承力加高。又於各種土壤之經樁擊者，或鬆浮土壤之四周，施以良好之除水設備，則其支承力亦可增加。

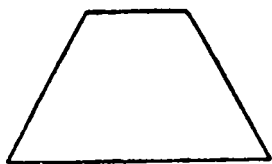
**地基面積** 因探驗地質而斷定地層之安全載重；復因計算廠屋之載重而得知地基所支承之重。地基之面積，即可以前者除後者而得。基礎設計最要在使廠屋各部分之沈降均勻。蓋除堅厚之石質地基外，其他土質地基皆不免發生沈降。苟各部分之沈降均勻，於廠房之全部無損。若建築物之一部分過於堅固，或一部分過於薄弱，皆足以發生沈降不勻之弊，宜力避免之。石質地基如係

在廠址之下，整塊生成，自屬堅實可靠，但在廠屋之有機器及起重機者，則石質地基略嫌過硬，而乏彈性，反不如泥土質地基或墊木基礎為佳。廠址下一部分為石質，一部分為泥土質，則不甚相宜。蓋石質堅硬，而泥土質可以壓縮，最易發生沈降不勻之弊也。如天然石層微有傾斜，則宜鑿石成級，使上層土質不至有往下推移之趨勢。凡基礎之腳，必須立在深處，不受冰霜解結之影響。且宜深立於原成之土質。新近填土而成之處，不宜安設基礎也。

基礎牆與基礎墩 廠屋內用柱較多而密者，宜築牆以作基礎，使各柱間有良好之聯絡。但柱數較少者，則每柱下單獨建築基礎墩較為經濟。單基礎墩有兩種造法。一為分層建築，每層四週突出於上層若干，如第十八圖。一為不分層而斜下，如第十九圖。後者雖形似簡單，而施工實較前者為難。故以用分層擴大者為多。基礎牆亦於下層分別擴大，使基礎重量得



第十八圖 分層建築之基礎墩



第十九圖 不分層而斜下之基礎墩

分佈於下層較大面積之上。每層伸出上層外之處，應有一定限度，若伸出過多，易於撓斷。大抵下斜之綫與垂直綫所成之角，不宜多於三十度。又若各層皆係用同一材料，且有同一厚度，則每層伸出之度可由上層至下層遞增。換言之，若伸出之度各層一律，則每層之厚度可由上層至下層遞減。

牆脚與墩脚之建築，除普通用磚分層砌成外，多以鋼骨三和土爲之，尤以在鬆軟土壤上將面積格外擴大時爲宜。蓋鋼條能耐牽引力，而不虞撓折故也。用鋼條係爲抵抗撓曲力，故應放在牆脚及墩脚之下層。鋼條宜略小，圓方皆宜。每支兩端宜變成半圓形，俾深入三和土之內。此外牆脚與墩脚之建築，更有用鋼軌或鋼工字鐵者，乃沿正交方向層搭而成。鋼工字梁上且有灌入三和土，以成整墩脚者，其堅固倍於祇用鋼梁者。如係臨時建築，或雖係永久建築而牆脚或墩脚常在水中者，可用木塊搭成。如所支承重量甚大，而土質又鬆軟，則木塊可以排密，否則可以寬排；亦有寬排而灌入三和土於木塊之中者。

打樁 如廠屋所在地之泥土鬆瀉，雖至深處地質，亦不堅實而廠屋所載又極重時，則須先行打樁，方能建立基礎牆及基礎墩。普通用樁以木樁爲多。工程較鉅者則用三和土樁。

木樁多係用普通之木幹，而削尖其一端，插於基礎所在地，以鐵作錘，用索吊高放下，以錘擊於樁上，直至木錘陷入相當深度爲止。鐵錘吊高時係沿木架而上，故其擊下時以重力擊樁使人，而不至有錘擊不準之虞。此法打擊甚慢，欲使其加速，可用汽錘代之。汽錘之錐擊力較小，而次數則遠超前者。至於樁之密度，普通最密距離約以樁心三英尺爲度。過近則樁間之泥土必至被擠而衝上，隣近各樁均將蒙其影響。

木樁之支承力 如地質原本堅實，再打入木樁，使之更爲固結，則木樁之支承力爲本來土質之支承力再加木樁與土質間之磨擦力。若地質極鬆浮，而無若干磨擦力可以利用，祇憑下層較堅實之地質以任重者，則木樁之作用竟同木柱，其支承力亦可照木柱計算之。最可靠之木樁支承力判斷法爲以重量試載而得之，然亦有應用公式可作參考。

(一) 用於落下鉄錘者：

$$\text{木樁之安全載重磅數} = \frac{2WH}{S+1}$$

(二) 用於汽機鐵錘者：

$$\text{木樁之安全載重磅數} = \frac{2WH}{S + 0.1}$$

式內之爲落下鐵錘或汽機鐵錘重量之磅數， $W$ 爲鐵錘落下之英尺數， $H$ 爲最後一擊木樁下陷之英寸數。

木樁之特其與土質間之磨擦力者，每樁之支承力約自十噸至十五噸，最多不超出二十五噸。木樁打入至適當深度時，應用二英尺深或三英尺深之三和土包圍樁之上部。

三和土樁 在大重量之下，有用三和土樁以代木樁者。三和土樁分兩種。一種以三和土製成樁，而用打擊木樁法以打擊入地。他一種係掘地成長洞，灌入三和土。三和土樁或用鋼條，或不用。其式樣及用法各類不同，茲不贅述。

機械上之地基 機械之立於三和土地基上者，若再墊以木條，則其行動更較穩定。故在汽錘之下，須有彈性基礎，以吸收其衝撞力者，則木質基礎較之三和土基礎爲宜。若機械衝擊力甚大，轉

動甚速，則機械部分宜另立一基礎，俾與鄰近部分相隔絕，而他部機械不致受其震動力之影響。

## 第十章 地面

總論 工廠地面得因其性質而大別爲二類：一爲下層地面，直接着於地上；一爲上層地面，架空駕設，須藉橫梁及柱之承力，其構造大不相同。然二者同具有兩種要素：一爲地面本身之構造，乃用以承受地面上之載重者，一爲上面之完整與修飾，乃用以抵抗表面之磨擦者也。

上下層地面可適用之材料及構造法甚多，有可以隨意採用者，有須依照某種工業之製造性質與機械及製造品之大小重量而特別採用者。大抵木板，磚，瀝青，三和土等爲最普通之地面材料。在特殊之廠屋，如鐵廠，則泥地或煤屑鋪地最爲適用。如製造精良儀器之室，則須有平整無垢之地面也。

### 第一節 下層地面

下層地面之造法可與道路之造法相似。在工作極粗及載重極大之處應爲極堅固耐用之構



造，在他處則路面之構造可較簡易。下層地面最好依製造程序方向而有徐緩之坡度。不獨可以使地面之水易於卸去，亦可使廠中之滿載車輛易於發軔及推動也。在用水較多之工廠，如製車廠等之須用水沖洗者，則排水問題甚重要，否則積水難除，不能使工人專心工作也。

最普通之下層地面造法如下：（一）泥地。（二）木塊。（三）木板。（四）瀝青三和土與木板。（五）水泥三和土。（六）瀝青。（七）磚。今分別述之。

泥地 泥地當然為工廠地面之最簡單者。造法先將原來地面輾平，加鋪一層之淨沙，後鋪煤渣。鋪煤渣時務須輾壓使堅固，每日用水噴洒，隨洒隨壓，以求堅實。如此十餘日方能適用。倘不用煤渣而用淨土，可用土一分雜以石子三分，鋪至八英寸至十二英寸厚，然後輾壓使緊。土之作用係使石子結實而耐用也。但無論如何，上層必須加用一層細煤屑或砂，輾壓數過，俾不至發生塵灰飛揚之弊。

木塊 木塊地面為工廠之良好地面。人在其上行走固極舒適。地面無過於平滑之弊。如地面不在露天中或不受火氣侵蝕，則木塊儘可不加製煉。但鋪設時木塊間應有四分之一英寸之隔縫，

而以沙填滿之，以備木塊漲縮。若地面易受天氣侵蝕，則木塊宜加幾阿蘇（Creosote）製煉，如鋪砌於道路者然。隔縫間填以沙及水泥漿。此種地面實可耐用十年至二十年。

木塊地面之造法，爲先鋪約十二英寸厚之煤渣或石子，而輾壓之，於其上鋪以約四英寸厚之三和土，在三和土之上先加以一英寸或二英寸厚之沙，輾壓使平，然後將木塊一一鋪設。若於石子層上不用三和土，可代以二英寸厚之沙，於其上鋪以二英寸厚之木板，以承受木塊。但木板易於傳遞震動，且其朽爛而須修換時，須翻起較大之地面耳。

木板 木板地面最適宜於行走及工作。工人之效率常直接受行走上及工作上便利與否之影響，故木板地面爲普通最適宜之地面。但工廠內有因化學作用或潮濕或過熱而損及木板者，則不宜用之。木板地面常分作兩層。其上一層應有三英寸或至多四英寸闊。木板之長度宜與運輸之方向平行，以減少板面上之磨擦。木板之鋪砌係以鐵釘釘牢。在住宅房屋爲避免釘頭露出起見，每以釘從板之旁處釘入，使接縫平整，惟廠屋木板則否，蓋以鐵釘子從旁處釘入則地面上遇有一部分須修理時，木板難於揭起也。

木板地面之缺點，厥惟易吸入水分，致起膨漲，而凸凹不平。故木板在未用時宜使之乾透，或俟乾透後以每方英寸一百五十磅之壓力將幾阿蘇油壓入木中，而保持其使用年齡。木板未經乾透時，不宜加油漆。蓋加油漆後板內所留水分，無從發洩，為弊較不加油漆為甚也。可俟使用一兩年後，木板乾透，再行加油漆。木板下面，空氣宜流通，以防乾朽之患。

若欲作成臨時性質之廉價木板地面，可於地基上鋪六英寸至八英寸之煤渣，每隔三英寸嵌以半圓之木塊，上鋪三英寸闊之木板，木板下面以灰水塗之。此種地板甚省費而便捷。若需要較堅重之地板，而能裝設普通機器，但不須有特別裝設者，可用八英寸厚之三和土地基，上鋪六英寸見方之木條，距離約三英尺或四英尺。木條之間，以三和土填滿，上鋪三英寸闊之地板，在普通機械工場上甚為適用。

瀝青三和土與木板 工廠地面，以瀝青及三和土作底，而以木板作面者，頗為良好。因建築結實，不發生震動，器具失手不易碎壞，而機器亦能隨處安置，易於拴釘故也。木板得瀝青可資保護，且較有防火性，因無橫鋪之木條，而木板之下又無空隙故也。造法先鋪四英寸厚之碎石沙及地瀝青

之混合物瀝青須熱至華氏表二百度左右然後倒出與碎石混合其分量務使經輾壓後與石子得以牢結，碎石及沙亦須先用鍋炒熱。此層上面加鋪一英寸厚之沙及瀝青混合物，熱至約二百二十五度，先鋪一又四分之一英寸厚，輾壓爲一英寸厚，趁其尙熱而柔軟時，釘上三英寸闊之木板，上加硬木地板一層，甚爲堅固。至於下層之厚度用料及上層地板之厚薄，可依需要情形而伸縮之。

此種地板之建築法與普通用在三和土人行路上者相似。

水泥三和土 在原地面上掘深十五至二十二英寸，視土質及其乾濕情形定之。上鋪八英寸至十二英寸厚之碎石，再加一層四英寸至六英寸厚之石子，舂實并輾壓之。此層之上鋪二英寸至四英寸厚之三和土，在未凝結以前，立即加鋪半英寸至二英寸之表面一層，以水泥一分，沙一分，或水泥一分，沙兩分，造成而磨平之。此表面之一層應畫作方形或長方形，俾漲縮時得依畫定之線路，而不至爲不規則之皺裂。且此層之材料配合須用較多之水分，俾磨平時其中水泥得浮於上面，乾結後成極平滑之地面。此種路面造成後，至少須歷三十六小時方可使用。以上所述各層厚度仍得依需要情形而伸縮之。

三和土地面雖建築簡易，爲費亦廉，然頗不爲廠主所喜。其最大之弊病，係在有吸熱之性，使工人在廠工作感覺寒冷不快，而減低其工作效率。故工廠內苟無取暖設備，不宜用之。三和土地面易生灰塵，若地面上有小車往來，或有重質材料拖過，地面常損蝕，而凹入。其畫作長方形或方形之綫，尤易在交點處崩缺。且此種地面施工固須極慎，修理尤爲困難，較之修整木板面事難而需時又久。以地面堅實之故，小件工具及小件鑄鐵易因失手而碎壞。至於臨時機器之裝置，則三和土地面亦不如木板地面之便利。惟三和土地面有防火性，若施工得法，且不患水之侵蝕，因此可用水沖洗，而保持清潔，故瑕瑜互見焉。

瀝青 瀝青地面之造價較木板或三和土等爲貴，然其可取之處至多：（一）不畏水之侵蝕，（二）不因磨擦而致塵灰飛揚，（三）富於彈性而不至於硬裂，（四）易於保持清潔，（五）適於步行及工作，（六）經使用後祇受緊壓而不致磨蝕，（七）不受霜雪之影響，其使用常能保至十年而不須修理。

瀝青之用在工業界者，有地瀝青塊。重量每塊約六十磅，係以碎石灰石加八%至一七%之地

瀝青，熱至華氏三百五十度左右，用模製成。地瀝青塊之成分約有地瀝青一四%，及碳酸鈣八六%。用在瀝青地面之材料，係依下列各材料重量之百分數配成之：碎地瀝青塊六〇%，特立尼達地瀝青 (Trinidad Asphalt) 四%，小石子與沙三六%，此混合物用鍋燒至華氏三〇〇至四〇〇度，常加攪勻，五小時後取出，鋪至一英寸厚，上鋪沙一薄層，磨成光滑地面。此種地面鋪在三英寸至四英寸之三和土地基上，或釘木板於枕木之上，木板上層鋪以油氈，再鋪上地瀝青地面。地瀝青亦可鋪成磚形，四英寸見方，十二英寸長，用此作地面，既易鋪砌，復便修理。

磚 用磚鋪成地面，施工既便捷，取費又廉。在乾燥之地窖，最為適宜。在工場中，鑄鐵場則可用六英寸三和土作基，而以兩層磚作底。鍋爐室之地面宜用磚側放斜鋪，外觀甚整。車房地面莫宜於磚。車輛往來，最易損壞地面，木板磨蝕太速，三和土易於破裂損蝕，均不似磚鋪地面之修理祇限於局部，最簡易也。磚地下層宜掘深八英寸許，取出浮泥，舂壓使平，先鋪四英寸厚之沙，舂平後用磚側放鋪砌之。

各種工廠最適用之地面 上述各種地面，應依照工場性質而用之。今按工業界所得經驗，列

表如下。

軋煉室 磚鋪地面，或生鐵板鋪地面。

鎔鑪室 倒放槽鐵鋪地面，或生鐵板鋪地面。

打鐵場 泥地面，或煤屑地面。

鑄鐵廠 生鐵板鋪地面，或砂地面，或磚鋪地面。

車廠 三和土地面。

金工廠 製煉木塊或木板鋪地面。

電力廠鍋爐室 水泥三和土地面，或磚鋪地面（磚側放）。

電力廠機器室 水泥三和土，或磚鋪地面。

精緻儀器之製造室，或化學以外之研究室 地氳青地面。

辦公室及繪圖室 堅木板地面，攔於枕木，嵌入三和土地基。

廁所及洗滌室 水泥三和土地面。

以上所述皆係通常認爲最適宜者，但亦視情形而異。大抵車房與金工廠兩種所用地面材料，至爲不齊。車房地面問題在鐵路上甚爲重視。煤屑、木板、磚、三和土等皆經試用。車房地面使用最爲粗重，磚鋪者修理最易，故用者較多。金工廠地面材料學者意見亦不一。此種地面若有起重機及手推車輛在其上往來，則其使用亦甚粗重。磚、三和土、地瀝青等因能吸熱，故不爲工人所喜，而性質較堅硬者又不適宜。若地面材料易於生塵，足傷及機械之轉軸，尤爲金工廠所忌。故金工廠當以木塊或木板鋪地面爲較適宜也。

## 第二節 上層地面

慢燃性木板地面 所謂慢燃性木板地面，乃以少數之笨重木梁結構，上鋪厚板，務使不易於著火，卽或著火，而不至卽時傾陷者也。木材之笨重而外形圓鈍少尖銳之處者，不易著火，卽著火亦燃燒極慢，尙能於若干時間內維持其強度。不似鋼架結構外層無保護物者遇高熱卽行傾陷也。

木梁之木料以堅實之黃松爲最宜，下端兩角應削去。兩梁間之距離宜在五英尺至十英尺左右。梁之兩端如係擱在磚牆，應用鑄鐵梁座，使嵌入牆內。木板之厚度依兩梁之距離及每平方英尺



之安全載重而異。下表乃示杉木之厚度英寸數。

每平方英尺安全載重磅數	兩梁間距離之英尺數									
	四	五	六	七	八	九	一〇	一一	一二	
三〇	〇、九	一、二	一、四	一、七	一、九	二、一	二、四	二、六	二、八	
四〇	一、一	一、四	一、六	一、九	二、二	二、五	二、八	三、〇	三、二	
五〇	一、二	一、五	一、八	二、一	二、四	二、七	三、〇	三、三	三、六	
七五	一、五	一、九	二、三	二、七	三、〇	三、四	三、八	四、二	四、五	
一〇〇	一、七	二、二	二、六	三、〇	三、四	三、九	四、四	四、八	五、一	
一二五	一、九	二、四	二、九	三、四	三、八	四、三	四、八	五、三	五、七	
一五〇	二、一	二、六	三、一	三、七	四、二	四、七	五、二	五、七		
一七五	二、三	二、九	三、四	四、〇	四、五	五、二	五、八			

木板可平放或豎放。昔時平放者每用企口夾縫，但以修補困難，且夾縫處每因小車經行之重壓而破裂，故近時用厚地板作地面者，多不用企口夾縫。木板豎放釘實成極好地面。惟上層宜加以

二〇〇	二、四	三、〇	三、六	四、二	四、八	五、四	六、〇													
二二五	二、五	三、一	三、八	四、四	五、一	五、六														
二五〇	二、七	三、三	四、〇	四、七	五、四	六、〇														
二七五	二、八	三、五	四、二	四、九	五、六															
三〇〇	二、九	三、六	四、四	五、二	五、九															
三二五	三、一	三、八	四、六	五、四	六、一															
三五〇	三、二	四、〇	四、八	五、六																
三七五	三、三	四、二	五、〇	五、八																
四〇〇	三、四	四、三	五、一	六、〇																

半英寸厚之柏油漿，（柏油一分，淨沙兩分）再鋪一層平放之地板。即平放木板亦須加鋪較堅實之地板一層，俾磨擦過度後，隨時可以抽換。此層地板不須甚厚，約八分之七英寸足矣。

爲防地面之水滲入下層，可於兩層地板之間，夾以兩三層之油紙。若用石綿（Asbestos），尤能增加防火性。木板在未乾透以前，不宜遽加油漆，以其內含木液，若即加油漆，不能發洩，易致朽敗，應俟建築一兩年後再塗之。

鋼梁木板 自近年笨重木梁日益難得，爲價亦貴，鋼梁之用途盛。此種建築之價，或較慢燃性木板地面爲廉，惟耐火性則較薄弱。鋼梁（或工字鐵或結構鋼梁）之中心距約自十英尺至十五英尺，上擱三英寸寬十六英尺深之木梁，距離十六英寸至二十英寸，然後鋪木板地面。爲保護鋼梁免受火之侵害，可於鋼梁下層懸以鐵絲網，而塗以膠沙，或於木板地面上加一層之地瀝青，尤爲妥當。但天花板祇有部分之保護力，若遇大火，則無甚抵抗性也。

三和土上層地面 三和土地面依得其結構分爲下列三種：

（一）以三和土作橫梁，但不用三和土地面，而用木板地面。

(二) 以三和土作橫梁又以三和土地面。

(三) 以扁平之三和土地面，直接聯接於三和土柱，而不用三和土橫梁。

(一) 三和土橫梁及木板地面以三和土作橫梁而鋪以兩層地板，為極經濟之地面。其體重亦較小，蓋以三和土每立方英尺重一百四十磅，而木則每立方英尺祇重約五〇磅也。此種地面結構較易，但嚴格言之，實非三和土地面也。

(二) 三和土橫梁及三和土地面此種為三和土廠屋建築之最普通地面，其構造係與全屋之結構部分聯為一氣。地面上之磨蝕層 (Wearing Surface)，用水泥膠沙，木板，或地瀝青。水泥膠沙之造法，已於本章上層地面節內述及。此種地面最為省費。如三和土地面上鋪用木板，則須先於地面上鋪之油氈兩層，或柏油與沙之混合物，使木板與三和土得以緊著。或於建造三和土地面時先嵌以三英寸見方之木條，俾上層木板得釘著於其上。若用地瀝青面，則其造法與本章上層地面一節內所述相同。地瀝青面之價，較木板面為廉。

(三) 扁平三和土地面此種地面係以薄層之三和土逕聯於三和土柱，而柱與柱之間並無

橫梁者也。橫梁之結構足使天花板之裝置困難，燈光之反射不能平勻，且遇火警每為射水之障礙。扁平三和土地面既不用橫梁，故下面平整，無此種障礙。且橫梁所佔高度太多，在多層之廠屋則無謂之空間虛耗不少。扁平三和土地面厚不過數英寸，廠屋每層之高度，可以減少。

扁平三和土地面最大之缺點為其受力情形之不能確定。蓋既無橫梁以傳遞重力，四柱之間地面之重力如何分配於四柱，不易確知。故用橫梁時地面之鋼條祇用於一方向，而扁平三和土地面則須兼用於兩方向，所用之鋼條約多四〇%。

扁平三和土之厚度，視各種闊度及載重而異，如下表所示。

柱與柱間之闊度(英尺)	每方英尺之載重(磅)	地面之厚度(英寸)
一一	一〇〇	四
	三〇〇	六
	五〇〇	七、五

二〇	一八					一六			一四		
	三〇〇	一〇〇	五〇〇	三〇〇	一〇〇	五〇〇	三〇〇	一〇〇	五〇〇	三〇〇	一〇〇
	八	六	九	七、五	五、五	八	七	五	七、五	六、五	四、五

二五			
五〇〇	三〇〇	一〇〇	五〇〇
一一	一〇	七	一〇

# 第十一章 屋頂外牆及隔牆之構造

## 第一節 屋頂

材料 屋頂架之構造，前已述及。至於屋頂材料，則當視廠屋用途及經濟狀況而異。輕者如波紋式鐵皮，重者如石板，如瓦筒，如新式瓦片，皆可用作屋頂材料。屋頂材料與屋架兩旁斜度有關。大抵輕者宜用於較平坦之屋面，重者宜用於較傾斜之屋面。茲將各種材料之重量及其傾斜之限度列表如下：

材	料	與水平線所成之角度	每方英尺之重量磅數
波紋鐵片		自五度至三〇度	五
鋅片木板		自〇度至三〇度	五



瓦片木桁	自三〇度至七〇度	二〇
瓦片木板	自三〇度至七〇度	一七、五
石板木桁	自二〇度至四五度	一五
石板木板	自二〇度至四五度	一二、五
鋅片木桁	自〇度至三〇度	七、五

依上表，如擇定某種材料，則屋頂兩旁傾斜度當照表中之範圍。如先擇定傾斜度，則須採用相當之材料。

上表僅示普通所用之屋面材料，在實用上尚有多種做法。如廠屋內有酸性氣體發出（如在銅器鑄工廠），屋面須用不受侵蝕之材料如石板等，而鐵片、鋅片等金屬材料，則絕對不適用也。

三和土屋面 三和土不宜作結架，故三和土屋面多係扁平，祇有每英尺半英寸至八分之三英寸之斜坡，以瀉雨水。三和土屋面較木架屋面為重，但以其有避火性，故工廠房屋之以三和土建

築者，每多用之。三和土屋面上如尙須加以一層瀉水材料，如石板之類，則三和土本身可爲煤屑泥合之。三和土俾重量可略減，價亦可略減。三和土屋面之缺點爲富於傳熱性，夏間屋面受太陽之熱，傳至屋內，工作每受影響。

## 第二節 外牆

**磚牆** 工廠外牆至今仍以磚牆爲普通，蓋磚牆堅固，而外觀復整潔也。磚牆可用作外牆之全部，或用以包砌鐵柱，三和土柱及外牆。惟磚牆之強度與膠沙至有關係，故砌牆時須先用水充分洒過磚塊，使砌在牆上時不至吸收膠沙內之水分，而使膠沙乾脆，致失其凝結之性。磚塊之大小有一定，故門窗之大小宜隨之而定，使用磚係整塊，無須破斷也。

**三和土牆** 三和土牆可作爲承受重力之牆，或僅係砌滿兩柱空間而不受上部壓力之牆。近來多趨用於後者，蓋無論鋼鐵建築或三和土建築皆須將骨架先爲作成，牆之一部可以隨後補砌也。三和土牆如不受上力者，則可薄至四英寸。如此既省材料，又省地位。

**板牆** 木板易於着火，故廠屋少有用板牆者。然在產木之區，或因求建築之速，或作臨時工廠，

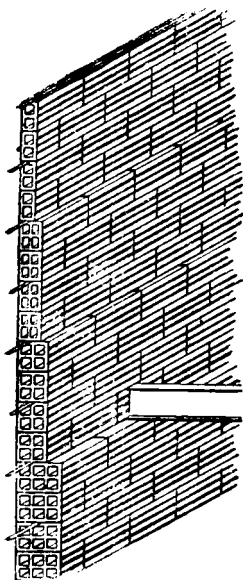
則木板實便於用。板牆之釘法略與地板同，其企口係垂直，而釘於牆內之橫本柵。

波紋鐵板牆 簡單或臨時之建築可用波紋鐵板作牆，製法簡便而費省。但此種牆不能經久，不宜用於永久廠屋及製造較有價值物品之廠屋。

### 第三節 隔牆

隔牆 隔牆係用以隔離廠屋

內之各部分。如某部分有聲音，或烟塵，或臭味者，宜用隔牆使與他部分隔絕。為預防將來動移拆卸起見，宜採用便於挪動之材料。三和土牆非所宜。板壁最經濟，但不甚堅固，而不能耐火。最適用者為二英寸至四英寸厚之空心瓦磚，如第二十圖。質輕而強，砌牆後易於拆卸挪動也。



第二十圖 空心瓦磚之牆

## 第十二章 工廠取暖法

工廠取暖法之重要 在氣候較寒冷之地，冬季廠中工人工作，倍加勞苦，若廠屋內無取暖設備，則工人工作效率必大為減低，甚至不能工作，故工廠應依其地位之情形，而為相當之取暖設備，使工人身體舒適，精神滿足，工作效率為之增高。雖取暖設備須增加費用，然其效果則甚著也。

工廠取暖法與房屋取暖法不同。房屋取暖法以住居者之和暖為最要條件，而工廠則因其佔地廣大，位置空曠，門窗衆多，一面須保持相當溫度，一面又須求省費也。

廠內溫度降低之原因 室內溫度每較室外為高。但若室外天氣驟冷，則室內溫度必隨之降低，其原因有二：一為室之四周牆壁窗戶因直接傳熱於外，而使室內暖氣消失；一為室外冷空氣直接侵入。前者可依牆壁及門窗等之面積，構造情形，而估計其傳熱之量；後者則情形複雜，難於估算。外間空氣所以侵入室內，因室內外溫度不同，氣壓隨之而異。外間冷空氣之氣壓較室內熱空

氣之氣壓爲大，故冷空氣侵入室內，其情狀與烟囪之作用同。氣壓之差異與室內外空氣溫度之差異爲正比例。因空氣流量與氣壓之平方根爲正比例，故室外冷空氣之侵入室內與室內暖空氣之流出室外亦與室內外空氣溫度差異之平方根爲正比例。室內空氣密度較小，因而上浮，流出室外，其所挾帶之熱，遂致消失。室外冷空氣從廠屋下部而入，在貼近地面三五英尺處，成冷空氣層。在廠內工作者，正在此層冷空氣之中，而籠罩於廠屋上半部之熱空氣直等於無用，此爲廠內空氣溫度降低之大概情形。取暖設計自應據此情形而定。

**火爐** 通常最簡單之取暖方法爲用火爐燒煤取暖。此法最不經濟，蓋以煤氣上升其熱不能盡量利用，且熱之傳播甚不平均，近火爐處過暖，而距離較遠處則熱力不及，用作大規模之工廠取暖法殊不相宜。火爐遺爐易於延燒，爲防火起見，尤不應採用。

**電爐** 電爐取暖法係以電爐。雖較煤爐爲潔淨，但其不經濟則過之。且電爐傳熱不平均，殊不合於工廠之用。

**汽管** 較上述兩項方法稍佳者，爲汽管取暖法。以汽管分布於廠屋內之各部，而以蒸汽流通

之。所用蒸汽或係取自鍋爐之新鮮蒸汽，或係取自蒸汽機之廢汽。工廠如用蒸汽機，則蒸汽之供給必甚便利經濟。但汽管之分佈難得滿意，若聚於中部，則難免四周冷空氣侵入，若分於四周，則因傳熱範圍有限，中部必感覺寒冷。且用汽管通汽取暖，熱氣在管內傳遞較慢，因之自冷至暖之時間較久。

**暖風** 在大規模之廠屋，最佳之取暖方法，實為暖風輸送法。暖風輸送法需要三種器具：一為熱爐，即暖氣所由生；一為風扇，用以送暖氣入廠屋；一為暖氣輸送管，用以傳播暖氣至室中各處。熱爐中有多數直立之熟鐵管，下接於一鐵座，升火時火從管內透出，將熱傳至管外之空氣。此空氣係用風扇使以較大之速度通過各火管間，受相當之熱，然後由輸送管輸送至廠屋內各部。空氣被送入火管間之速度與此法之效率至有關係，其數約為每分鐘流通一千二百英尺。此法所需發熱面積較直接傳熱法如煤爐電爐等，祇為五分之一至三分之一。

於廠內輸送暖風，方法至關重要。普通方法有兩種：

(一) 直接取空氣於廠屋外，經過熱爐後，由輸送管廣佈屋內。此法足使屋內空氣之壓力常

較屋外爲高，雖屋內熱氣不免從窗戶流出，或另設輸送管以備空氣之流轉，但室內壓力已足使室外冷空氣不能侵入。

(二)不從廠外取空氣，即將廠內原有空氣用輸送管使流通，較暖之空氣不至上升，而聚於一處，室內之熱得以均勻分配。此法較易行，在氣候甚寒之地尤爲適宜。其好處在所加之熱均能利用，而不至消失過多。但因空氣流動之故，凡廠屋內如有氣體及火烟發生，即不能使用此法。

上述兩方法最好合併使用。即用第一法直接取適量之室外新鮮空氣，同時室內之熱空氣得以仍由輸送管流通，使室內之熱得以盡量利用，而室外冷空氣不至直接侵入。此法最爲經濟。取室外新鮮空氣，應以在窗孔處不覺有冷空氣侵入爲適當之度，取之過量則室內壓力過大，失熱必多。熱爐與風扇，應裝置在廠屋之一旁，地點宜適中。有於廠屋本身之外，添築小室，以裝置之者。

暖風輸送法之好處在能使室內暖空氣流通，而不積聚於上層。且因氣壓略增，室外冷空氣不能侵入，及能使室內空氣之溫度易於因天氣之寒暖而增減，無耗熱之弊。此法發熱甚速，在晚間停工之時，可將溫度保留至冰點之上，翌晨工作時間一到，即可發熱取暖。若用熱爐直接傳熱法，則發

熱之時間甚長，因之耗熱較多。

機車房內之暖風裝置 暖風輸送法用於機車房內亦至適宜。機車房頗難求取暖，其原因不一。機車房每有屋頂透風洞口，爲機車烟囪噴出烟氣之處，屋內多量之溫暖空氣，每卽從此流出一也。冬季機車之身每積有冰雪，其融化及融化後水氣之蒸發，均須吸收多量之熱二也。爲欲排除室內機車所噴出之氣體及蒸汽，室內空氣必須流通三也。機車房若用暖風輸送法，則冷空氣取自室外，經過暖爐後，由氣管分佈地下，以達於修理機車之坑。每氣管之開口處得以自由關閉，並得以軟管輸送於需用之處。需用時將管口開放，向機車之下部直射，其處所積聚之冰雪，可於最短時間內融化。水濕處因熱氣經過之故，易於蒸乾。工作上至感便利。暖氣係從室內地面最需要之處透入，在室內盡量使用後，方從室之頂部流出。流入之暖風係取自外間之空氣，因之室內空氣常可保持清新，且可增加室內之氣壓，抵抗室外冷空氣之侵入。

紗廠內之暖風裝置 紗廠內除須使空氣流通外，且須使空氣帶有相當濕氣，以便利工作。此種事實，久爲紡織界所注意，但尙無最適當之方法，以達此目的。紡織工作上對於空氣之問題約而



言之有三：(一)爲紡織上欲得最良之成績，則空氣內應含有適量之濕氣，而此濕氣在寒季及乾燥之酷熱天氣，每感不足。(二)紡織廠內之溫度應保持在七〇度至七五度之間。此種溫度應於冬季採用最適宜之取暖方法，而在夏季最好更用相當之解熱方法，使廠內溫度不至過高。(三)室內空氣應使流通，因紡織工人多屬嬌孺也。爲解決上項各問題，最好採用暖風輸送法，而於送風時先以人工使空氣帶適量之濕氣，散布於全室。乾燥之空氣在紗廠內足以生電，使棉紗之纖維散碎。適量之濕氣足使纖維結實而柔韌，紡成之紗亦較光滑柔軟而有力。

紙廠內之暖風裝置 紙廠每因冬季氣候寒冷，空氣中所含水分觸於較冷之牆及屋頂，而凝結爲水滴，落於在製造中之紙料上，損壞出品。即其積聚於屋頂架者，亦足使木料易於枯朽。故紙廠中可利用暖風輸送法，將暖風分兩路送入。其一在屋頂架及牆壁，使屋之上部溫暖。又其一在機器之上部，使蒸汽得以分散，而含有水分之空氣在屋頂上部窗孔流出。此法於驅除水分最爲有效。

漆車廠之暖風裝置 在製車廠中漆車部，須使車身之漆從速乾結，但亦不能任風吹過，致塵埃揚起，着於漆上。惟用暖風輸送法可達速乾之目的，同時用低速度送風，復無揚塵之弊。暖風輸送

應向下流動，而寒冷及帶有濕氣之空氣，用氣管在地下抽出。如此暖氣之傳佈均勻，適合漆車廠之需要也。

## 第十三章 工廠採光法

**總論** 工廠採光法爲工廠設計及管理上重要事務，其難易視燈之製造進化爲轉移。近來燈泡之製造日精，種類浩繁，而燈光強弱之度亦易於選擇與配合，故光學工程已成爲專門學術，其主旨在使所得之光能適合情形之需要，所有燈光之數量，光度之強弱，分配之方法，使用時期之長短，及使用之經濟，均得爲適宜之設計，以科學方法，解決之。在夜間工作之工廠，燈光問題影響於工作效率及工廠經濟甚重大，故工廠管理者，於採法尤應注意也。

燈光適度之利益 工廠內燈光適度之利益如下：

- (一) 減少設置，使用及修理之耗費，或以同一代價而得較好之光。
- (二) 使工人工作較準確，因之減少不良之出品。
- (三) 增加出產，即減少貨物之成本。

(四) 減少意外險事發生之機會。

(五) 減輕工人目力之損耗。

(六) 作成良好環境。

以上各項中惟第一項係直接影響於經濟，能以金錢數目表出之，故較易爲人所注意。至其他各項鮮有注意者，且直輕視之。

二十年前，電燈之利用大抵祇限於炭弧燈及炭絲電燈兩種。一用於廣大之機廠，一用於細小物品之製造。近代工廠之建築及佈置大加改進，兩者均嫌不適用於用。蓋近代工廠所需之燈光乃介乎上述此兩者之間，炭絲燈嫌過小，若添用燈頭則不經濟，而弧光燈以其光之強烈及分配不勻，祇可高懸而難以安置妥當也。自有鎢絲電燈以來，其燭數大小均備，設計可隨人意，因之光學工程開一新紀元，而工廠之光費減輕，效率大見增進焉。

燈光經濟之比較 廠主對於工廠燈光問題大抵最注意於經濟方面，必須比較因改良燈光而增加之費用是否果能增進廠之出品量及貨物之品質而得相當之利益。此項增加之費用，可以

時間換算，例如因燈光良好而工作迅速，不至因看圖不清或目力損耗而至耗時，則時間之節省即為金錢之節省，而改良燈光之費用是否合算，乃得有比較也。

今試舉例以明之。如廠中一部分之面積為十六英尺寬，四十英尺長，其間每年電燈之維持費為銀四十二圓。在此部分內設有工人五名，平均每小時之工資為銀一角，共計每年工資約銀一四〇〇圓。外加一〇〇%之總務費，則此部分每年工作之費用為銀二八〇〇圓。每年電燈維持費銀四十二圓，僅居其一、五%。此百分數若以每日工作時間八小時計算，約為七分鐘。即每日損失七分鐘時間，其所損失之金錢，已等於電燈之維持費。但此七分鐘時間之損失，不盡由於電燈之不良。今以一半計算，即三分半鐘之損失，為因電燈不良所致，則雖將電燈之維持費增加一倍以改良電燈，使廠中工作進步，每日能省三分半鐘時間，猶屬合算也。

工廠燈光之要素 設計工廠電燈時，應注意下列各要素：

(一) 燈光之最要條件為可靠而不斷續，若燈光常常中斷，或時明時暗，皆足使工作上發生極不良之影響。

(二) 應使工人各得相當之光綫

(三) 在工作平面上各部分皆有良好之光綫。如廠內工人甚衆，則不必問各人工作之所在，祇須使全廠內光綫平均充足。

(四) 應使廠內工作不需單獨垂下之電燈。但在特種機械必需單獨電燈者，不在此例。

(五) 每盞電燈光之強度及地位應合宜，須避免過於閃爍之光綫，此皆能損工作者目力也。多數單獨之低懸小電燈與少數共用之高懸大電燈，除特殊機器仍須使用單獨低懸之電

燈外，共用之高懸電燈可備有上述各項要素，其較優於單獨低懸電燈之點如下：

(一) 高懸之燈能使工作平面上各部分皆得適量之光度。在各部分工作，感覺同樣舒適。

(二) 在普通情形中，高懸之燈可供給適量之光度，無須再用單獨低懸之燈。

(三) 若燈之高度適宜，且光之大小合度，工作時可全免燈光之閃爍。

(四) 在單獨低懸之燈光下，工人必近燈工作，感覺強光易於傷目。且在工廠內部他處較為黑暗，工人目力因所見時明時暗，而或伸或縮，甚易疲乏。反之，用高懸之燈，光綫平勻，即無此弊。

(五) 高懸之燈數較少，整理修繕之費，較多數小燈為省。

(六) 高懸之燈，外觀較低懸之燈為整齊悅目。

燈光之閃爍 燈光佈置不良，則光度強弱不勻，強處之光閃爍，有損目光，不利於工作。佈置電燈時，避免閃爍，實為最重要之事。應注意之點如下：

(一) 懸燈之高度 工作時工人目光大抵有一定之方向及範圍，若懸燈較高，使出於普通目光範圍以外，自無閃爍之病。或以為懸燈過高，效率低減，不知減少閃爍之病，所得利益實過之也。

(二) 燈光之大小 燈光大小與光之閃爍大有關係。大抵廠屋較低者，則燈光小者較燈光大者為宜。

(三) 燈與燈間之距離 此點與前項燈光之大小有關，大者距離宜較遠，小者距離須較近。

(四) 燈罩之種類 若用良好燈罩，使燈光射出均勻，則可減小燈光過強之弊，惟所費較多。

電燈之選擇 選擇電燈時，應取最適合於廠中情形及最易於裝設與維持者。有關係之問題為：適宜之燈數與大小；電燈之佈置；使用之經濟；及設置之經濟。

燈數之多少 在廠中一單位面積應設置若干盞燈，視光綫之如何可以平均分配而定。要使工人在該面積內任何一處能同樣工作。此問題與燈光之大小及其式樣有連帶關係。

燈光之大小 燈之大小多視廠屋高低而異。如天花板高在十二英尺上下，則不宜用強烈之弧光燈，致光過於閃爍。在此種高度之廠屋應以六十華德至一百華德之鎢絲電燈為宜。若廠屋高敞，屋頂離地面四十至六十英尺時，則可用五〇〇華德之鎢絲電燈。若高度在十八英尺上下，可用一百至四百華德之鎢絲電燈。

電燈離地面之高度 懸燈之高度視廠屋之結構及廠之上部有無起重機而定。就光綫方面而論，最好能在普通視綫之上，因在通常工作時，工人仰視者少，平視及俯視者多，故懸燈於普通視綫之上，可以減少燈光之閃爍也。若為工作起見，必須用低懸之電燈時，則可用燈數多而燈光小之燈，因小燈之閃爍不若大燈之甚也。

電燈之開關 在電燈衆多之工廠，其電燈開關之佈置及管理頗為重要問題。大抵多用開關，則電燈可依其需用之情形而或燃或熄，可以省電，而開關之費用較多。反之，少用開關，則設置之費



省，而衆多電燈因連帶關係不克依需用而啓閉，有耗電之弊。兩者比較，自應將開關及其附屬電料電線之設置費，利息，折舊，維持等費，是否超過設置後所省電費而定。開關之設置大抵毋須過於周密，尤以電燈日夜兼用時爲然。

**電燈之修繕** 廠內電燈之設置爲費甚鉅，苟修繕不得宜，則常年維持費必甚大。故電燈之修繕亦應注意。所謂修繕包括燈泡之抽換，及燈罩或外罩之清潔而言。在電燈衆多之工廠，廠中應有關於電燈修繕事務之組織，及一定之員役。最好使每種燈及每一燈皆有單獨之紀錄，而每次抽換燈泡及燈罩及所耗工費等，皆有詳細記載，足以示效率之高低，藉以研究最經濟之方法。

## 第十四章 工廠之衛生設備

工廠衛生 工人在廠中，應使之愉快，以增其工作效率。採光取暖之法，前已述及。至於公共衛生之設備，及水之供給，關係於公眾健康尤大，即對於工作效率之影響，亦為重大。近世大規模之工廠，每有工友萬千人，且設廠常擇郊外之地，以便利運輸，及備日後之擴充，於是特建工人住宅之必要，故大廠之規模實於小城市相若。大廠既與大城市隔離，則其衛生工程及一切佈置，自應有獨立性質，而與普通小城市之建設相仿也。

吾人一研究公共衛生，當知世間之疾病死亡，除受傷，過勞，衰老及身體上局部之疾病外，其他大抵由於一種有生機之細菌侵入人體，輾轉傳染而起。此種傳染病症自第十九世紀科學發達以來，其防止方法已漸有把握。因之人之生命與健康，可謂大半操之自己之手，而世上大半不幸之疾病死亡，實可以預防而避免。是以公共衛生實為合化學家與病菌學家之發明，醫生之經驗，工程師

之建設各項能力而成。工廠既爲人羣集中之處，苟空氣不潔，飲水汗濁，食物不適宜，則人之營養不足，工人之工作自無良好之望矣。

**穢物與疾病** 傳染病係由有害之細菌而生。細菌若有充足之營養物則滋生最速。有機物質在腐敗中，蟲蠅聚集，細菌因得生息其中，是以汗穢之地足以促進病菌之生存與蕃殖，而其隣近之空氣泥土及水中之病菌遂得以傳播。工廠之汗穢與否固視其性質而異，亦視其管理之得法與否。若工廠之工作既不清潔，而工人之休息及居住之地亦不能保持清潔，其抵抗疾病之能力必較薄弱。廠中爲多數工人聚集之處，倘傳染病發生，其禍寧堪設想。

人之糞穢爲最危險穢物之一種。病人所遺者尤甚。倘工人在廠中餘地遺糞，任雨水沖洗，流入河中，或病人之汗穢衣服任便在河中洗滌，而同時全廠工人即於同一水源行汲，則疾病之流行，不能免。是以欲防止廠中及附近工人住宅有傳染病流行，除促進個人之衛生外，其屬於工程上之衛生建設者，一爲清潔飲水之供給，一爲排除汗穢，使不至侵害飲水之源。

**空氣與疾病** 多數傳染病係由空氣中傳播而得，肺癆病其著者也。廠屋外塵埃飛揚，空氣含

有砂粒炭質，及腐敗植物質，爲人吸入，與肺中血管接觸，足致疾病之傳染。但廠屋外空氣惡濁，不如廠屋內空氣惡濁爲害之甚。蓋廠屋外空氣尚能流通，在飛揚中之塵埃時得新鮮氧氣之供給，促進物質之朽腐，減少細菌之滋長及其作用，而在廠屋內則人數衆多，缺少新鮮氧氣，呼出之敗氣及二氧化碳氣增盛，細菌之數漸增，其作用亦較著也。

是故欲保持工廠內公共健康，不可不注意於廠屋外空氣之清潔，尤不可忽視廠屋內空氣之清潔。欲求廠屋外空氣之清潔，則道路宜常洒掃，汗穢宜勤掃除，各廠屋間宜有適當距離，俾空氣得充分流通，陽光易得照入。狹窄之過道，潮濕之地面，空氣停濁，陽光不到，細菌之繁殖最熾。欲求廠屋內空氣之清潔，則宜依其性質爲通風之設備，並於冬季注意取暖法之採用。

飲水與疾病 吾人飲水與身上血液所生之關係，與食物所生之關係相似。苟含有傳染病菌，則病之傳染以起。傷寒霍亂等症雖有因與患此病者接觸而得，然大多數皆因飲水中含有此種病菌而傳染。痢疾及其他腸胃病亦多由飲不潔之水所致。在工廠人多之地，遇酷熱天氣，而工作又係勞苦者，或在鍋爐間或汽機間溫度甚高之地，工人每渴不擇飲，尤易致病而傳染。故工廠內應供給

清潔飲水。倘地離城市較遠，無自來水，則廠中應自行設備自來水，俾工人有充分之飲水及用水，以增進健康。

**陰溝** 關於工廠全部之衛生設置，最重要者，莫如溝渠，用以引導地面上及各廠屋內所排除之穢水，使穢水內所含有穢物質在未腐化以前即被排除。同時亦藉以保護地下泥土，使不為穢水所浸潤。潮濕地基足使居者不快，且常發生穢惡之氣。故穢水管之建築須使潮濕地帶地下水之平面低降，而保護廠屋地基之乾潔。穢水中之氧有分解及毀滅有機質之作用，但其量甚微，所發生之作用亦不完全，亟須使穢水流出廠外，俾與多量之氧接觸得發生清潔作用。穢水大抵以河海為歸宿地。河海之水與穢水之混合，多供以氧氣，使化有機質為無害之物質，但不害工廠水源為主。

**穢水之引導法**多利用地心吸力。設計之時，先將廠址及近地之高度詳為測量，因其地勢之高下，在工廠地面之下埋設有系統之陰溝。其工廠地形之最簡單者，一面臨河，以平均坡度向河而下。陰溝之橫剖面多為圓形。其構造多為泥土所燒製，較大者或用磚砌。陰溝之坡度與其流瀉之通暢與否，至有關係。下表示各種大小圓形陰溝所應有之坡度：

管之大小	應有坡度
六英寸管	六〇分之一
九英寸管	九〇分之一
十二英寸管	二〇〇分之一
十五英寸管	二五〇分之一
十八英寸管	三〇〇分之一
二十四英寸管	四〇〇分之一
三十英寸管	五〇〇分之一
三十六英寸管	七〇〇分之一
四十八英寸管	八〇〇分之一

上表乃用於直綫上之陰溝，陰溝在轉向處，對於水流之阻力加大，其應有之坡度應照上表酌

量增加。陰溝之形式與坡度，須使水流至少有每秒鐘二英尺之速度。水流過慢則所帶物質易於沈澱，致礙水流。

陰溝大小固與坡度有直接關係，亦須根據雨量及由各處流入溝中之水量而估計之。陰溝過大，不獨設置費用增加，且易使穢水所帶物質沈澱，積於溝內，致陰溝失其效用。較小之管雖或於大雨或急流時有不能盡容之病，但在平時多能使水流通暢，在管內發生冲刷作用，而無積塞之弊。

陰溝密閉，則其中氣體發生惡化。一旦洩出，在空氣中傳播，流毒甚烈。昔人曾主張用化學方法以毀滅臭氣。此法甚為耗費，其學理亦不健全。不如於溝之修理孔處設法使外間新鮮空氣得以流通，並廣設流通空氣管，使溝內之穢惡物質遇空氣而氧化，臭氣不生。即偶有散播，然為量至微，受新鮮空氣之沖洗，不足為害。

陰溝之形式大小及坡度與溝內之潔淨亦至有關係。如穢水流瀉急速，穢物不能沈澱，則穢物在分解及腐敗之前已出於城市之外。如是可防止臭氣之生成，及在溝內留存。

廢物之處置 工廠中之廢物大別之可分為廚房之廢物，人畜之排洩物，工廠內之灰燼，塵土

道路上之塵土等，工廠內灰燼塵土之量視工廠內製造之種類而不同，其有無價值，及爲害之程度，亦視其性質而異。總之，無論何種廢物，必尙略有用途及價值，而其存在亦必有多少危險性。因之在市區或工廠內關於廢物處置之方法，實爲難以圓滿解決之問題。在規模較大之工廠，以製造廠而兼有市區之性質，所有固體及流體之廢物爲量較多者，尤不易處置。

倘將上項所述各廢物概納之陰溝，流入河湖之中，而隣近有他處市區之水源者，則水源惡化，有害於此市區之人民。或附近雖無水源，而河之下游有重要城市，或他處工廠者，亦不宜令穢物流之河中。且用此法，則廢物完全拋棄，不能利用，未免可惜。較良方法，如利用廢物作肥料，播之田中，有機質有充分氧化之機會，而水分之滲入地下者，已較潔淨，雖流入附近河湖之中，亦可無礙。如此開辦費較大，但地土肥沃，生產增多，不久即可取償。

此外處置廢物之法，則爲焚化法。雖將廢物之剩餘價值毀棄無存，且焚化尙須費用；但能於最速時間將廢物消滅，再無危害人類之機會，就衛生上言，實至簡捷。

工廠中廢物之處置，究應採用何法，自當視工廠之大小，製造之性質，與經濟之情形而定也。



廠屋之排水設備 廠屋內之地板牆壁必須清爽。若地面時常發溼，或地窖內時常生水，以致空氣蒸悶，惡氣升騰，不特減少工作效率，且於工人衛生至有影響。欲使廠屋內清爽，應先使廠屋基礎避水浸潤。如廠基係屬沙或石子，自可無虞，若基礎係泥土，則應於廠之四周，在牆之內，離牆約一英尺左右，埋二英寸徑之洩水管，使廠屋內之水得從此而出。

工廠之廁所及浴室亦屬重要。如於廠屋之外另闢浴室及廁所，雖於管理方面及清潔方面較佳，然工人出入距離較遠，耗時較多。為求便利起見，自以在廠屋內設置為宜。如廠屋係多層房屋，應設置水廁，每十五人有一處，每層有之，窗皆外向，或悉設於一層亦可。廁所盥洗室及浴室之用具，以粗重耐用者為宜，因工人使用多不知愛惜也。洗盆宜多置，應使每室之內每四人有一盆。盥洗設備以磁器為最宜，木器不宜使用。工廠內製造不潔之物者，尤應多備洗盆及浴室，至於翻砂廠鍊鋼廠等，更應有噴水浴之設置。

## 第十五章 工廠用水之供給

工廠用水之種類 工廠用水有屬於製造用者如鍋爐用水，製車廠洗刷車輛用水，及其他直接製造程序所用之水是也。有屬於衛生用者，如工人洗浴，廠屋沖刷，道路洒掃等所用之水是也。有屬於工人用者，即其住宅及家庭所需之水是也。有屬於消防用者，則為救火之用。

以上各項用水之量難以概計，當視工廠情形及當地情形而異。如屬於製造用水，全視製造情形及方法而異，有完全不用水者，有需水甚多者。衛生用水之量較為有一定，然亦視製造品之清潔與汙濁而不同，廠地之氣候亦有關係。工人家庭所用之水頗可約計，大抵依照城市之估量每人每日二十加倫當可足用。至於消防用水之量，雖居平均每日用水量中較小部份，但在需要時則水量甚大，若同時失火不止一處，則所耗水量頗足影響於他種用水。

若工廠近城市，而城市中本有自來水，固可利用之。惟城市自來水按水表度數取值，為費頗不

費。且一廠中辦事人與工人爲數甚多，於用水之愛惜，每不甚措意，當事者亦難查察，耗棄更多，自不如自行取水供給。倘廠之離城市較遠，水管之費必鉅，更有自行取水之必要。而大規模之製造廠常設於郊野，且特建築工人村落，更非單獨解決取水問題不可矣。

**水源** 地面上之水蒸發爲雲，降而爲雨，雨水聚爲池沼，流爲江河，或滲入地下而爲泉源，吾人用水之源，無不仰給於雨水。依其取用之方法，得大別爲三種：一爲天然雨水，當其降下時貯以待用；二爲江河及湖澤之水；三爲地下之泉及深井等水。

天然雨水雖清潔，但難得多量，故工廠少仰給於此。池沼溪河及湖澤之水性質頗有差異。由池沼而流入溪河，再滯而爲湖澤，水質逐漸清潔，蓋水所帶雜質漸漸降落，而流時水與空氣多相接觸，吸入氧氣故也。是以地面之水類多清潔，其河底爲石質，坡度急峻，水流急激，而來源又不穢濁者，且可直接取作飲料而無害。故工廠常宜設在河湖之濱，不特運輸便利。且有良好之水以供用也。

井水及泉水係由雨水滲入地下而重復發出。當其經過地面沙土而滲入時，所含有機質大部分爲地上植物所吸收，及深入地下之鑛層則帶有鑛物質，水之硬度因之比地面水爲高，但有機物

甚少。此種水泉之水面，因四周地下蓄水有壓力，每於鑿井至水層時，即驟然升高。其水面離地面之深度四時不同，亦視雨量而異。近日深井之掘鑿在我國漸多。凡在野外之工廠，恆自鑿井。卽有城市自來水可用，而爲保安計，亦有另鑿深井者。深井之深度大抵由一百英尺至一千英尺，視地質情形而不同。若近地有深井者，可取已往成績作爲鑿新井之參考。然有時在隣近地點結果殊不相同，有鑿井極深而始見水者，有見水後復行乾涸者。若在一地而鑿多井，則地下水面易降落，水源亦易竭。

水池與水之清潔 池沼溪河之水及地下之井泉水，得導入水池貯蓄以備分配。河水及湖水有用抽水機抽入水池者，亦有直接導入自來水管者。水池不但可貯充分之水以便取用，且可藉以濾水，使其清潔。水有藉天然之力而潔淨者。如在大池中，多量之水靜止不流，所附帶固體物質漸漸沈降，上部之水頗爲潔淨。又如上面之水經風之播盪，與空氣多接觸，或水於露天之槽中流動時，亦可與空氣多接觸，吸入氧氣，使水中所含之無機質沈澱及溶解之有機質，發生氧化作用，不致爲害。

若天然之水尙嫌不清潔，則人工清潔法中適用於工廠供水者，大抵爲化學清潔法，及慢性沙層濾法二種。化學法係使不潔之物沈澱，同時亦除去附帶之有機質。化學物料多爲明礬。慢性沙層

濾法係設備沙及石子厚層，引水於上，上層水之壓力令水慢慢經過沙石層，得有充分時間，使細菌生有益之作用，將有機質分解為無害之物質。清水在沙石層之底孔流出，貯於隣池待用。

工廠用水清潔程度當為如何？難立標準，應視地方情形，水之種類，及工廠之經濟狀況而異。下表乃清潔可飲之水與汗濁不可飲之水所含物質之比較：

水中所含物質種類	清潔水		污濁水	
	有	無	有	無
固體物質	百萬分之五〇	百萬分之二〇	百萬分之七〇〇	百萬分之二〇〇
有機質	百萬分之三〇	百萬分之二〇	百萬分之二〇〇	百萬分之五〇〇
無機質	百萬分之二〇	百萬分之三	百萬分之五〇〇	百萬分之四〇
氯氣	百萬分之三	百萬分之三	百萬分之四〇	百萬分之四〇
游雜之氮	百萬分之〇、〇一〇	百萬分之〇、〇一〇	百萬分之二五、〇〇〇	百萬分之二五、〇〇〇
蛋白質之氮	百萬分之〇、一〇〇	百萬分之〇、一〇〇	百萬分之二〇、〇〇〇	百萬分之二〇、〇〇〇

硝酸鹽	百萬分之 〇、二〇〇	百萬分之 〇、一〇〇
亞硝酸鹽	百萬分之 〇、〇〇〇	百萬分之 〇、〇〇五
氧氣	百萬分之 〇、五	百萬分之 四〇
細菌	每立方公分中五〇枚	每立方公分中一、〇〇〇、〇〇〇枚

水源若經過石灰石之地層，即含有鈣或鎂之碳酸鹽或硫酸鹽，而成富於硬性之水，大抵深井之水每多硬性。硬性過顯之水，不合於家庭及工廠之用。蓋在家庭則使洗滌為難，在工廠則使汽鍋內生一層厚殼，故硬性水宜加石灰水使與水中之二氧化碳結合，而成碳酸鈣之沈澱物。若水之硬性係基於硫酸鈣，則須加碳酸鈉，使成硫酸鈉，及沈澱而下之碳酸鈣。

**水櫃** 池中之水濾淨後，多用抽水機壓之使上水櫃，俾水面提高，保持相當壓力，取水時開龍頭，水即噴射而出。此種水櫃簡單者可用木製。惟欲存多量之水，而欲高建於地面之上，則以鋼骨三和土或鋼板水櫃為宜。三和土頗笨重，且難防水滲漏。鋼製水櫃多為圓柱形，下部為半圓形。其尺寸

大小與容量之關係列表於下。

各種圓底水櫃尺度表

容水量加倫數	外直徑英尺數	水櫃高度圓底不計 一〇英尺 英寸
一〇、〇〇〇	一一	一〇
一五、〇〇〇	一二	一四
二〇、〇〇〇	一三	一六
二五、〇〇〇	一四	一七
三〇、〇〇〇	一五	一八
三五、〇〇〇	一六	一八
四〇、〇〇〇	一七	一八
四五、〇〇〇	一七	二一

五〇、〇〇〇

一八

二〇

四

五五、〇〇〇

一八

二三

六〇、〇〇〇

一九

二二

六五、〇〇〇

一九

二四

四

七〇、〇〇〇

二〇

二三

七五、〇〇〇

二〇

二五

三

八〇、〇〇〇

二一

二四

九〇、〇〇〇

二一

二七

九

一〇〇、〇〇〇

二二

二八

一二五、〇〇〇

二四

二九

一五〇、〇〇〇

二五

三二

六



各種圓柱形水櫃尺度表

外直徑英尺數	每高一英尺之容量加倫數	半圓形底部容量加倫數
五	一四六·九	二四四·八
六	二二一·五	四二三·〇
七	二八七·九	六七一·八
八	三七六·〇	一〇〇二·七
九	四七五·九	一四二七·一
一〇	五八七·六	一九五八·三
一一	七一〇·九	二六〇六·六
一二	八四六·〇	三三八四·六
一三	九九二·九	四三〇二·六

一四	一一五・一・五	五三七三・七
一五	一三二一・九	六六〇九・五
一六	一五〇四・一	八〇二一・九
一七	一六九七・九	九六二一・四
一八	一九〇三・六	一一四二一・六
一九	二一二〇・九	一三四三二・四
二〇	二三五〇・一	一五六六七・三
二一	二五九一・〇	一八一三七・〇
二二	二八四三・六	二〇八五三・一
二三	三一〇八・〇	二三八二八・〇
二四	三三八四・一	二七〇七二・八

工廠股計

二五

三六七二・〇

三〇六〇〇・〇

## 第十六章 防火設備

防火設備之重要 工廠爲資產上之保障，每多保有火險。但火險之賠償祇係在鉅大損失之後，爲一時救濟，而一廠事業之停頓，已屬無可挽回。就經濟原理而論，火險之賠償祇係將火險損失分給多數之人負擔之。而社會經濟之損失則一。與其救濟於已發，孰若防備於未然，此所以防火設備不可忽視也。

防火方法 工廠中防火之方法大要可分折如下：

- (一) 用避火之建築材料。
- (二) 廠中各部分與各材料廠分離。
- (三) 設備救火器具。
- (四) 嚴密巡察。

## (五)消防操練。

**防火建築材料** 防火之根本辦法厥惟於建築時採用避火材料。最好全用三和土建築。若用鋼鐵須注意勿使其暴露，宜有一層之避火材料包圍之。石質遇火即發脆而崩裂，禦火力不及三和土與磚。屋頂之結構最好採用避火材料，其下燒火或靠近烟囱者且不能不用之。烟囱透出屋頂之處，宜用防火材料隔離之。常人以為烟囱之下部近火爐處為最熱，愈上則溫度愈減，殊不知烟囱內之氣體上昇時，每未曾燒透，及至烟囱上部，方始燃燒。故烟囱上部溫度每較下部為高，此亦建築時所不可不知者也。

**廠屋之隔離** 凡廠中之工作為易惹火或廠之建築未用防火材料者，應與其他各廠分離，以免火之傳播。其在同一廠中者，亦應用火牆隔離。如工廠為多層房屋，宜於廠屋主要部分之外另設一梯室或升降機室。凡梯室向各層工廠出入之處應設自動關閉之門，免火波及。

**救火設備** 通常之救火設備可於屋角牆隅設置自來水龍頭及相當長度之摺疊皮管以防不測，或多設化學救火箱，用化學物料以撲火。其簡陋者，則置備沙桶或水桶以資救濟。但此種設備

祇堪用於火勢初發之時，及火勢已烈則無用矣。近世最有效之救火設備爲自動洒水器。其法以小自來水管懸佈於工廠各層天花板之下，每六英尺或十英尺之處，裝設一洒水口，開口處半徑愈小，使水噴出時噴力加大。平時此洒水口以軟質金屬封固之，此軟質金屬至華氏一五〇度（即在夏季最高溫度上五十度左右）即自行鎔化。苟廠內一經著火，火勢已成，室內溫度驟高，頂上之軟質金屬封口同時鎔化，多量之水以強烈之速度射下，火即撲滅。

但此法在溫度較低之地，室內露出之水管苟致冰結，則水不能射出，可於此段內用高壓空氣以代水。即軟質金屬鎔化時，高壓空氣先行衝出，水即繼續噴射。

巡察之重要 防火當遏其源。故廠中各部應時常嚴加巡察。但其事如由廠中職員主持，則每多日久玩生，雖有極不安全之處，亦不易於覺察。故其事，不如由廠外人員辦理爲佳。歐美保險事業發達，火險公司有代顧客任廠中巡察之事者，每三個月由公司派人來廠，對於凡與火患有關之事項如電燈，暖爐，房屋之建築，屋內之事物及用具，防火水管及器具之位置，當地防火之設備，屋內整齊及清潔之程度，及屋內人員對於救火方法之熟習與否，加以巡察，製爲報告。此項巡察人員不獨

每次調換新人，即每次巡察之人，亦不令其參考前次之紀錄，如此每次巡察之結果，可以互相比較，而廠中一切危險之事決不至因習見之故而疏於發覺。此種辦法對於廠主為費必較鉅，但為全廠永久經濟計，自不能省。惟巡察者每多注意於火險公司方面之利益，廠主自不能全賴以為耳目，而忽略自身對於巡察之責也。

整齊與清潔 防火患於未然，莫要於求秩序之整齊，與維持清潔。廠屋應每日趁天未黑時舉行掃除一次，最好剛於散工之前舉行之。此不獨可免用燈光并避與其連帶之危險，且可使廠役視察週到，不能因光綫不足而疏忽或推諉。掃除之時須注意於牆角，屋隅，台下，機器後，與梯下等多堆積雜物而易於忽略之地。凡廢物應不使存於廠內，宜立即掃除，投諸廠外指定之地，或備填之空地。廠內暫堆廢物之箱宜為金屬製，上加蓋，宜每日傾倒一次。

塵埃亦足以惹火，故每月應將廠屋內塵埃積聚之處如窗門頂部及屋頂架（指暴露之屋架）等處掃除一次或二次。廠內塵埃及廢物碎紙碎布等，如為油所浸漬，十分危險，應速行移出廠屋之外。所有地窖屋頂等藏物之所，均應使無廢物堆積。至於不應用火，如木工廠內之用火爐使木料

乾燥，或不用電燈而用火炬，或油燈之類，均應禁絕。

以上凡屬於求秩序整齊及維持清潔之事，工廠管理者應以嚴厲法令行之。倘職工違背法令，或在不許吸煙之處吸煙，均應使以懲罰或解雇。

消防操練 每工廠應設固定之消防操練系統，並應以法令行之。如有分廠者，所有各分廠訓練方法均應一律；俾各廠間人員有互調時，對於消防訓練方法不至因易地而生疏或致誤會。消防訓練方法應以軍事精神施行。其組織亦一如軍事機關之有一定等級。全廠消防之事應悉聽命於一司令官，其下有隊長及分隊長，主管一廠或每一層樓房之事。所有消防長官對於其所號令之事，應先熟習，以期發生火災時令出必行。長官之下，另須各派專司，如樓梯或太平門之處，應有專員指揮，使奔避者不至因擁塞致生意外。消防長官應每日巡視樓梯及太平門等地，有無障礙。所有門戶均應向外開，其太平門之不常用者，視察其能否便於推開。凡關於火警之警鐘，或其他警號，亦須常察其靈便與否，俾危急得以應用。

消防操練約須每月舉行一次，於不規定及不預告之日期舉行之。操練時由司令主持，所有廠



內人員應一律參加。警號一出，所有工人立即聽命，先將各發動力停止，中止工作以待。如須全體離開廠屋時，則廠屋內之燈須先熄滅，所有廠屋內之門及太平門如經操練後察知有不適用或不敷用之處，應即改良或添設之。

