

高等学校教学用书

鋼 結 構

上 册

H. C. 斯特列律斯基主編

建 筑 工 程 出 版 社



鋼 結 构
上 册

H. C. 斯特列律斯基主編
钟 善 桐 等 譯

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

· 1 9 6 1 ·



本书系根据苏联国家建筑书籍出版社（Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре）出版的苏联科学院通讯院士建筑科学院院士技术科学博士斯特列列斯基（Н. С. Стрелецкий）教授主编（А. Н. Гешев 教授，技术科学候补博士 В. А. Балдин，Е. И. Беленя，Е. И. Лесенг 等副教授参加著作）的“鋼結構”（Стальные конструкции）1952 年第二版修訂版譯出。原书經苏联高等教育部审定为高等土木建筑学校及土建系教科书。并可作为鋼結構設計的参考书。

本书叙述了适应现有技术规范，手册和指示的鋼結構的布置，計算和构造方法，并引入按照规定条例草案設計规范的极限状态計算原理。

除了結構的基本构件之外，本书还研究了民用和工业建筑中最广泛的結構形式，房屋骨架，鉚結構和主要的塔形結構。

本书中譯本分上下两册，上册由哈尔滨工业大学钟善桐，唐旭光，梁育贤，李从勤，陆陶，刘锡真，徐瑞麟及于世才翻譯，由钟善桐，唐旭光校訂。

本书在翻譯过程中，获得哈尔滨工业大学苏联顾问专家技术科学候补博士維金尼科夫副教授（Видеников Г. С.）的深切关怀和細心指导。

原著关于計算部分，是根据苏联研究出来的新計算方法“极限状态計算法”計算的，但为了使讀者了解鋼結構計算的发展，特采用譯者注的方式在各計算公式之下引入了許可应力計算法的对应公式。

* * *

本书原由高等教育出版社出版，自1961年3月轉交本社出版，用該社紙型重印。

鋼 結 构

上 册
钟善桐等譯

1955年4月第1版 1961年4月第7次印刷 13,801—15,320册

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·390千字·印張15 $\frac{5}{16}$ ·定价（7）2.10元

机械工业出版社印刷厂印刷·新华书店发行·书号：2124

建筑工程出版社出版（北京市西郊百万庄）
（北京市书刊出版业营业許可証出字第052号）

序 言

“鋼結構”教科書第一版是在 1948 年出版的。在過去這段時間裏，蘇聯在民用和工業建築範圍內曾獲得重大的成就。累積了房屋和建築物以及高聳房屋設計的豐富的本國經驗，頒佈了關於降低建築成本問題，關於在建築中節省鋼料、水泥和木材的指令，也頒佈了綜合性建築法典——新建築規定條例草案。

因此當本書出新版時，需要大大地重新修改。增加了第三編“大跨度覆蓋結構”和第六編“塔形結構”，其中研究了天線建築物、輸電線路鐵塔和煙囪。此外，本教科書中還引入最後一章“鋼結構經濟學的基本概念”以及第十章中的一段“重型桁架”。上述各編都已列入教學大綱之內，因而在舊版中這些章節的缺少已使課程難以進行。

但是基本的教學方針仍未改變，例如和初版一樣，本教科書詳細地分析了民用和工業房屋及建築物的鋼構件的各種可能構造方法。這種分析是根據蘇聯結構學派的原則來進行的，這些原則把材料最經濟、製造勞動量最小和安裝最快的要求綜合成一個整體來考慮。因而這種分析是建築在研究結構中材料的工作及其連接、結構製造的特點以及構造方法的經濟學的基礎上的。

新版的主要區別是已將書中的計算部分改成極限狀態計算方法，這種方法對於民用和工業房屋來說已經完全研究成功；許可應力方法則作為更普遍的極限狀態方法的個別情況而引入。按照規定條例草案的方針制訂的鋼結構新設計技術規範已成為計算先決條件的基礎。

在有關的章節裏簡述了最主要的試驗研究結果，這些結果說明蘇聯研究者們主要工作的特徵，他們大大地發展了有關鋼結構的科學；在各頁的腳註中則列出蘇聯研究者們的主要著作。

本書尚提供相應的參考材料和例題，因此也可供作設計參考書。

本書的主編工作，緒論和第一、二、五、三十五章是由斯特列律斯基教授主持和執筆，格尼也夫教授著第二編，別林略副教授著第三、四、六、九、十各章和第三編，列西格副教授著第七、八章和第五、六編，巴爾金副教授著第四編。

著者們深為感謝杜平副教授為全書最後校訂和改進書稿作了很多工作，同時感謝也夫格拉福夫教授、儒金副教授、伊斯尤莫夫、米特羅保爾斯基和奧特列盧科教授、斯大林獎金獲得者米爾尼科夫工程師和莫拉蔡夫斯基副教授等對本書文稿的審閱，並對本書的改進給予有價值的指示。

上 冊 目 錄

緒 論

第一編 鋼結構構件

第一章 鋼結構的一般特性

§ 1 鋼結構的基本性質	17
§ 2 鋼結構的採用範圍	18
§ 3 對鋼結構的基本要求	23

第二章 鋼結構的強度

§ 1 材料破壞的形式及其極限狀態、安全係數及不破壞的條件	27
§ 2 標準荷重及超荷係數、荷重的組合	30
§ 3 建築用鋼的標號	34
§ 4 鋼結構按極限狀態和按許可應力的計算方法、計算抗力和許可應力	40
§ 5 鋼一次受拉時的工作、鋼的時效硬化	46
§ 6 鋼在應力非均佈時的工作	51
§ 7 重複荷重下鋼的工作	56
§ 8 鋼受彎曲時的極限應力	60
§ 9 斷面上變形的分佈及斷面的突凹	67
§ 10 柔性鋼樑受壓工作時的極限應力(縱向彎曲現象)	70
§ 11 鋼樑件偏心受壓時的工作	80
§ 12 彎曲構件的失去穩定	87
§ 13 結構材料的極限狀態	91

第三章 鋼材規格

§ 1 鋼材斷面的一般特性	94
§ 2 鋼板	95

§ 3 角鋼	96
§ 4 槽鋼	97
§ 5 工字鋼	97
§ 6 T字鋼	99
§ 7 鋼管	100
§ 8 薄壁斷面	100

第四章 銲接連接

§ 1 銲接的種類	102
§ 2 銲接應力和銲接變形	115
§ 3 銲縫的型式	125
§ 4 規範的和計算的特點	129
§ 5 銲接連接的型式、強度和計算	132
§ 6 銲接連接的振動強度	146

第五章 鉚釘連接

§ 1 鉚釘連接的一般特性	154
§ 2 製造工藝對鉚釘連接工作的影響	156
§ 3 鉚釘連接受荷重時的工作、計算抗力和許可應力	158
§ 4 鉚釘連接的構造	174
§ 5 鉚釘連接在軸向力作用下的計算	181

第六章 螺栓連接

§ 1 螺栓連接的一般特性	190
§ 2 精製(精確)螺栓連接	191
§ 3 粗製螺栓的連接	194
§ 4 縱紋螺栓的連接	195
§ 5 螺栓連接的計算抗力和許可應力	197

第七章 鋼結構製造原理

§ 1 鋼結構設計的內容和程序	198
§ 2 鋼結構製造的一般過程	202

§ 3 金屬倉庫的業務	206
§ 4 生產準備	207
§ 5 加工車間的作業	210
§ 6 鉚接車間的作業	227
§ 7 鉗接車間的作業	246
§ 8 起運構件的最後手續	252
§ 9 油漆裝載車間的作業	256
§ 10 製造對設計的要求	258

第八章 梁和梁格

§ 1 梁的型式	260
§ 2 梁格的佈置	261
§ 3 梁格鋪版	272
§ 4 梁的計算和構造	277
§ 5 梁的接頭	314
§ 6 梁的支座部分	325
§ 7 梁的聯接	328
§ 8 梁工作的試驗研究	331

第九章 中心受壓柱及支柱

§ 1 柱的一般性質	336
§ 2 實體式柱	337
§ 3 格子式柱	339
§ 4 腹桿對格子式柱身穩度的影響	341
§ 5 柱的型式及計算圖形的選擇	345
§ 6 柱身的結構形式及斷面的選擇	347
§ 7 柱的底座(柱腳)	364
§ 8 柱頭及梁和柱的聯接	384
§ 9 中心受壓柱工作的實驗研究	392

第十章 桁架

§ 1 應用範圍、建築中採用的桁架體系	394
---------------------------	-----

§ 2	桁架結構的構成	396
§ 3	桁架的計算	416
§ 4	受壓桿件的自由長度和極限細長度	419
§ 5	輕型桁架桿件的斷面型式	422
§ 6	輕型桁架桿件斷面的選擇	426
§ 7	輕型桁架的節點	435
§ 8	輕型鋼條結構	454
§ 9	重型桁架桿件斷面的型式	459
§10	重型桁架桿件斷面的選擇	461
§11	重型桁架的節點	464
§12	桁架工作的實驗研究	470

華俄技術名詞對照表

人名及專門譯名對照表

緒 論

鋼結構在建設中應用極為普遍。這主要說明了鋼結構和其他建築結構(磚石、鋼筋混凝土及木結構)相比最為工業化)同時鋼結構相對地最為輕便且本身工作也最為肯定。所以需要快速建造的建築物及尺寸很大(跨度、高度等)的建築物,一般都用鋼來做。

鋼結構曾經歷了相當長時期的發展過程。

在十七世紀中,就已經採用了承重的金屬建築結構;然而個別的金屬零件(支撐、拉桿)則很早已利用在磚石結構中。蘇聯第一個在時間上相當確實的建築金屬結構是脫勞依齊·賽爾基輔斯基(在開高爾斯克市)僧院食堂上的房蓋,記錄是 1686—1696 年^①。

十八世紀蘇聯曾多次採用金屬結構,既用於民用建築中(例如,烏拉爾的尼維揚斯基塔進門台階的門簷,建於 1725 年),亦用於宗教建築中(教堂的圓頂覆蓋)。然而十八世紀在蘇聯甚至在國外在建築中採用金屬結構曾受着極大的限制。當時建築要求還簡單,道路網尚未開闢。同時冶金業不發展、黑色金屬的缺乏以及連接的未研究成熟都曾阻止了金屬結構的推廣。

當時金屬結構的主要材料是生鐵。第一座跨度 30 M 的生鐵橋於 1776—1779 年建於英國。五年後,1784 年在俄羅斯普希金城的公園中

① 有記載(技術科學候補博士夏拉莫夫)稱克里姆林宮中紅色台階的門簷結構(1640 年)是金屬的。

興建了生鐵橋(以前的沙皇村)^①。在歐洲大陸其他國家的第一座生鐵橋建於 1796 年。往後生鐵橋在蘇聯及其他國家都曾獲得相當普遍的推廣。在彼得堡的第一座生鐵橋建於 1807 年;生鐵橋也曾建造於莫斯科(威索高別脫尼斯基橋,在現代生鐵橋的地點)及其他地方。到上世紀的五十年代,生鐵橋達到了很完善的地步,工程師凱爾培次設計和建造的彼得堡尼古拉也夫斯基橋(圖 1)即可為例,當時這是最大的生鐵橋。

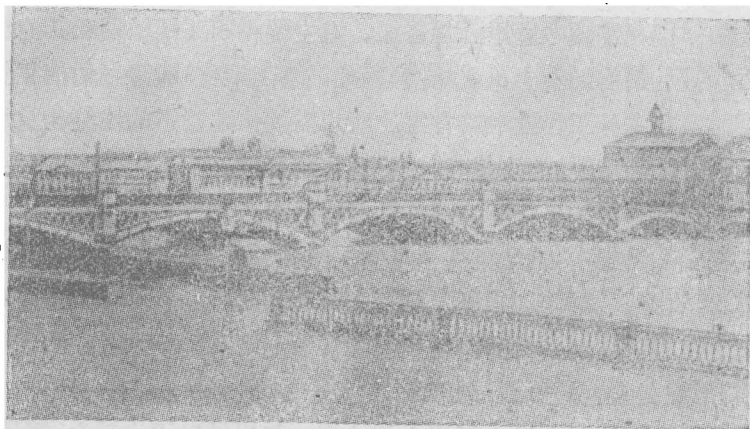


圖 1 彼得堡的尼古拉也夫斯基橋。

十九世紀初,生鐵也用於工業及民用建築物的建造中。根據工程設計的大胆和正確性說,列寧格勒依薩基也夫斯基教堂內的巨大生鐵錐形圓頂薄殼(圖 2)是特出的,建於上世紀的四十年代,在拱鑰處承受了上部石鼓樓的全部重量。

生鐵在工業建築中曾廣泛地用作多層廠房的骨架,並用於上世紀中葉及末葉在俄羅斯建造的無數紡織工業廠房中。也曾廣泛地用在三角形屋架中,其形式是由當時已經研究完善的木屋架轉變而來。在這種桁架中,壓桿由生鐵做成,而拉桿則由帶有螺栓孔的鐵拉條做成(圖 3 a),

① 根據蘇塞夫教授的研究。

這種結構形式曾滿足了整個十九世紀中民用建築的要求。

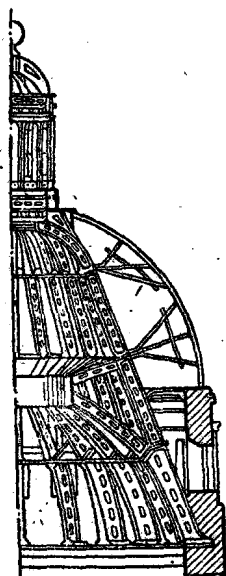


圖 2 依薩基也夫斯基教堂圓頂。

應該提出的是克里姆林的亞歷山大羅夫斯基宮和彼得堡的亞歷山大林斯基(現稱普希金)劇院房蓋中的混合式體系的屋架，是上世紀三十年代的建築。

與生鐵同時也曾採用過熟鐵。十八世紀末才用鍊鐵方法製造熟鐵，而工業化的鍊鐵則在上世紀才發展。

十八世紀末及十九世紀初的工業革命促進了資本主義及工業建設的繁榮，由於鐵路的發展刺激了熟鐵的應用，熟鐵比生鐵顯著地更適宜用於結

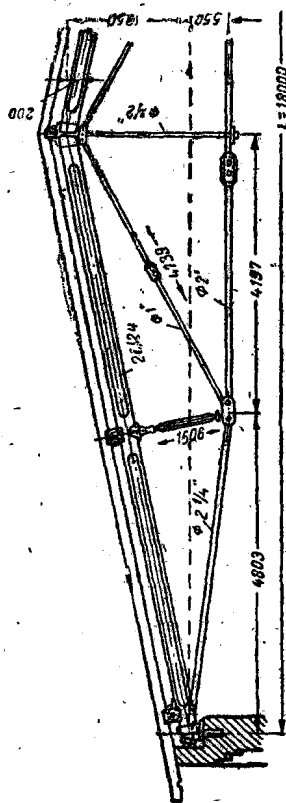
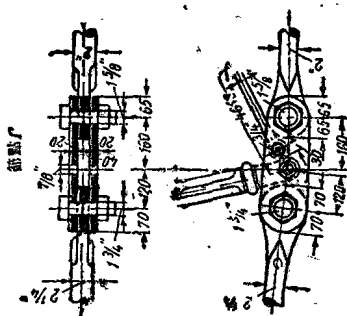


圖 3a 生鐵熟鐵聯合桁架。

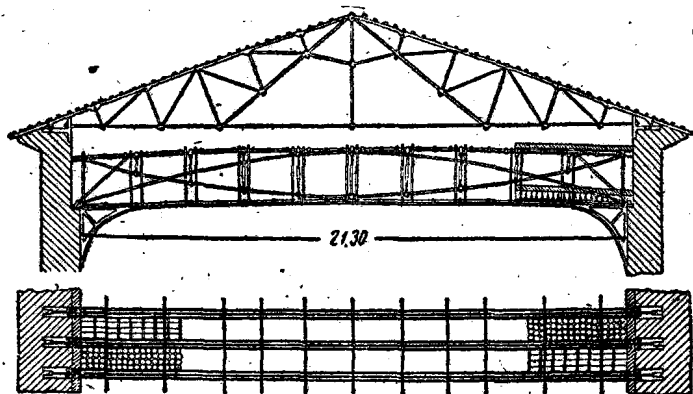


圖 36 彼得堡冬宮大廳的房蓋(1837年)①。

構中，然而在開始的時候由於未研究出打鉚及軋壓型鋼的方法，使熟鐵結構的推廣曾受到了極大的困難。

蘇聯在十八世紀初就已採用了軋條的軋壓②，但型鋼的軋壓則在十九世紀初才出現，1820年在都爾首先採用了機械打孔(槌擊)，以後就開始在熟鐵建築結構中採用了鉚釘連接。首次採用鉚接的熟鐵結構之一是建於上世紀三十年代初彼得堡遊船島上造船廠的屋蓋。最有趣的是彼得堡冬宮的熟鐵屋架房蓋(圖 36)，建於 1837 年，是多節間的桁架型式，此式在以後被誤稱為博朗沙③ 桁架。

鐵路橋梁的建築中熟鐵曾獲得了廣泛的採用：1853 年在俄羅斯彼得堡—華沙鐵路上經過魯加河的第一座大鐵橋由工程師凱爾培次建成；該橋直到偉大衛國戰爭時期被毀，共存在了九十年；1861 年在考夫諾城經過納曼河建立了高約七米的實體式熟鐵鉚接梁式橋；1852 年在莫斯科開始有熟鐵拱橋的建築(以前是石的)，顯然地這是第一座鐵拱橋，一直使用到 1938 年。

① 根據副教授契蜀夫的資料。

② 德·格寧，烏拉爾及西伯利亞的工廠記述，1785 年。

③ 在冬宮屋蓋建成之後，法國建築師博朗沙於 1839—1840 年完成了他設計的桁架。



凱爾培次



白列留勃斯基

在蘇聯因重型鋼(熟鐵)結構在橋梁上的發展而促使鋼結構在其他領域裏的發展,這和蘇聯著名工程師凱爾培次、白列留勃斯基及柏羅斯古略可夫的名字分不開的。工程師凱爾培次(1810—1899年)建立了俄羅斯橫跨魯加河的第一座鐵橋,此橋採用了格子式腹桿的桁架;採用鐵的腹桿式桁架的觀念應歸功於著名的古利平,1813年他在彼得堡創造了用三跨跨長為80 M 的格子式桁架的鐵拱橋橫跨尼瓦河的設計^①。在研究魯池斯基橋的結構中,凱爾培次工程師曾第一個正確地組成了受壓桿件,給以剛強的橫剖面並加用連繫腹桿(以符合壓桿受縱向彎曲的工作),這是超時代的成就。工程師凱爾培次設計了彼得堡的尼古拉也夫斯基橋(現稱斯米特脫中尉橋),曾使生鐵拱橋的結構臻於完善。

白列留勃斯基教授(1848—1922年)在上世紀的七十年代開始了自己的工程事業。他曾大大地改進了橋梁桁架的結構,採用了斜桿式的腹桿。根據白列留勃斯基教授的設計,完成了很大數目的橋梁,其中

① 根據蘇塞夫教授的研究。

最大的是經過伏爾加河的首司朗斯基橋(1879年)(圖4)及西伯利亞鐵道上的橋梁。白列留勃斯基教授改進了橋梁桁架,得到由消耗材料的觀點來看的最優的外形;此外,他還改良了桁架節點的構造、行車道

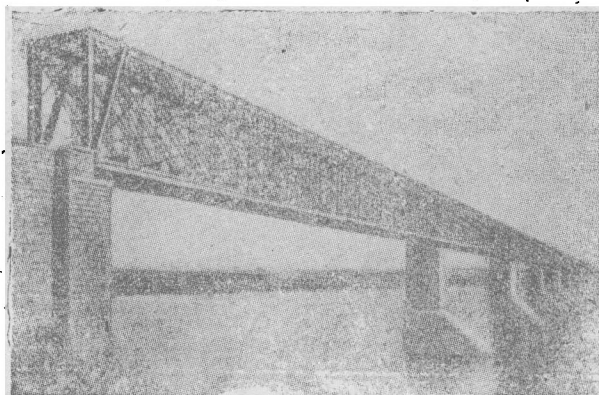


圖4 跨越伏爾加河的首司朗斯基橋(1879年,白列留勃斯基)。

部分和桁架的接合及橋的其他構件。白列留勃斯基教授同時又以蘇聯米制延壓型鋼規格的創始人而著名。在建築材料試驗方法的深入化方面他曾做了很多工作,其中也包括鋼材。在彼得堡鐵道工程師學院中,由他組織起來的建築材料試驗室研究出了作為蘇聯規範基礎的材料試驗方法。除此以外,白列留勃斯基教授又以理論家著名,他編著的建築力學教本曾是蘇聯此門科學的第一種教本。

年輕而與白列留勃斯基教授同時代的柏羅斯古略可夫教授(1858—1926年)發揚了關於格子式鋼桁架最優外形的原理。在艾尼散依斯基橋(1896年)的設計中——該橋在輕便上是無可比擬的且得到1900年巴黎世界展覽會上的公認(在巴黎他榮獲了金質獎章)——柏羅斯古略可夫教授曾實現了自己的想法,並將這種觀念運用到以後很多橋的設計中。他創行了蘇聯近代的三角式腹杆桁架。在建築力學的領域里柏羅斯古略可夫教授曾作了偉大的工作;他的“建築力學”教本在解說鈞準確性上及顯明性上曾長期處於領導地位。



柏羅斯古略可夫



雅辛斯基

在蘇聯自上世紀八十年代的中葉起,比其他國家爲早,根據白列留勃斯基教授的倡議開始以鑄鐵代替熟鐵;這種措施大大地增加了建築物的可靠性並減低了造價。

在十九世紀以及本世紀初,民用鋼結構發展得很慢;其基本形式爲屋架,開始是生鐵熟鐵的聯合構件,然後是鐵的(低碳鋼的)。

當時單層工業車間結構的特點是祇有一個鋼屋蓋,同時甚至在十九世紀最末的年代中,其跨度一般亦不大——約爲 10—20 м (圖 5)。在十九世紀的最末年代出現了電動橋式吊車;然而開始時並未影響車間的結構形式,因爲吊車是安置在內部特別棧架上的(圖 6)。

在二十世紀初,吊車梁才開始安置在金屬柱上,才出現了橫向框架,這就使得廠房結構大大地有別於民用結構了。

十九世紀末及本世紀初轉入新型的房蓋是和雅辛斯基、茹霍夫及柏羅考菲也夫的名字分不開的。

雅辛斯基教授(1856—1899 年)以縱向彎曲的研究者著名;除此以外,並以建築工程師著名,在上世紀的九十年代中葉,他重要地改進了

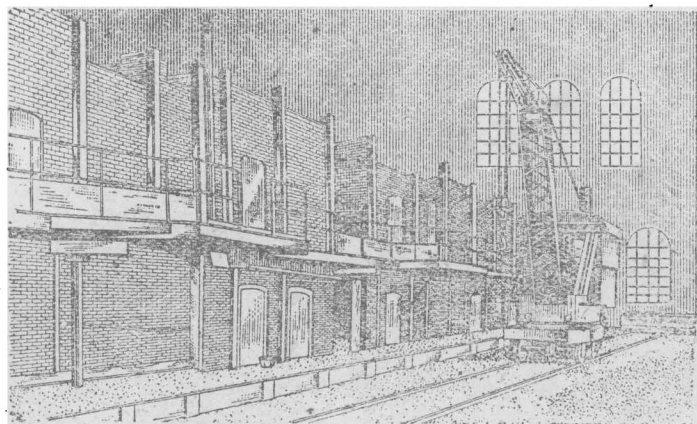


圖 5 泰奇爾斯基工廠(1890年)馬丁車間的內觀。

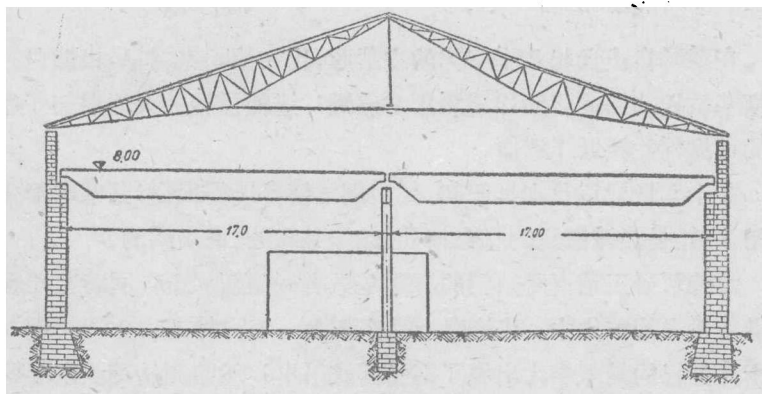


圖 6 特塞爾尋斯工廠的馬丁車間(1898)年。

廠房屋蓋的結構形式(當時廠房還未具備吊車設備)。雅辛斯基教授曾是大跨覆蓋的奠基者;他第一個過渡到用二排鋼柱分隔的三跨車間(在房屋的周界仍保持着用磚牆)。覆蓋是由二個單懸臂的桁架組成,在其端部(跨中)設置縱向天窗(圖 7)。重量輕,對牆上的壓力不大,及有相當的淨空,這些曾是這種結構設計不可否認的優點。

擱置在端部桁架上的三角形褶形式的第一個褶結構的採用亦歸功