

鋼結構製造

A.C.切斯諾柯夫 著

秋楓 何蓉 合譯

重工業出版社

52239

557
5/4740

鋼 結 構 製 造

A. C. 切斯諾柯夫著

秋 何 楓 蓉 合 譯

重 工 業 出 版 社

簡 評

書中介紹了提高勞動生產率，增加作業面積之產量和保證產品更高質量的鋼結構製造之工業方法。同樣載述有能大量減少號料工作的零件加工方法。各種機床用之合理的操作台、新型之自動銲接裝置、多嘴氧氣切斷機、工業化的裝配法、結構之快速銲接以及用鑽模和用多軸鑽床做安裝孔等均有詳細說明。

本書供給從事鋼結構設計與製造之工程技術人員使用。

А.С. ЧЕШОКОВ
ПРОИЗВОДСТВО СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ГОССТРОЙИЗДАТ (москва 1951 ленинград)

鋼 結 構 製 造

秋 楓·何 蓉 合譯

重工業出版社（北京西直門內三官廟11號）出版

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇一五號

旅大人民日報印刷廠印

一九五五年六月第一版

一九五五年六月大連第一次印刷（1—2,684）

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{25} \cdot 320,000$ 字 · 印張 $11 \frac{3}{5}$ 定價（8）1.80 元

書號 0252

發行者 新華書店

序 言

在最近 8—10 年的過程中，終於確定了符合我國社會主義經濟條件與要求的鋼結構製造的技術操作過程。

在製造廠中安置了新穎的設備：瓦斯切割機，自動和半自動銲接用的設備，多軸鑽孔機及其他等等。使用新穎的設備能使在結構製造過程中作出準確的安裝釘孔。出現了新的技術操作過程：多嘴的氧氣切割，用銲藥之自動和半自動的銲接，快速深熔之短弧手動銲接，用銑平法精確加工端部，用火焰清整鋼材等等。因為製作了衝孔機用之新型結構的工作台，鑽模和裝配與銲接用的 L 部件裝配用具，鑽安裝孔用的固定鑽模等等，故作業地區之新的組織方法也就隨之而出現了。

本書詳細記載了有關我國在鋼結構製造上的工業方法。

書中除刊載製造鋼結構的技術操作外，在第一章中尚載述了關於備有現代化設備和合理化組織連續加工線，以保證工程更高之質量與產量之指標的工廠設計方法。

作者對參加編著本書之銲接前釘孔之準備工作和 L 做孔等節之 A. B. 查里曼工程師致以衷心的感謝。

目 錄

序 言

緒 論.....	1
----------	---

第一章 鋼結構製造廠

第一節 工廠之性能.....	9
第二節 鋼結構工廠的組成.....	13
第三節 鋼材加工時之輸送系統.....	14
第四節 起重運輸工具.....	16
第五節 生產車間之配置.....	22
第六節 鋼結構工廠技術操作部分的計算原理.....	40

第二章 鋼 材 加 工

第一節 在冷的狀態下鋼材的矯正和彎曲.....	51
第二節 劃線及號料.....	74
第三節 鋼材切斷及邊緣加工.....	84
第四節 做孔.....	128

第三章 裝 配 工 作

第一節 結構之裝配.....	157
第二節 結構的銲接.....	194
第三節 鉚接前釘孔的準備工作和鉚接.....	235
第四節 銑平結構構件之端部和做安裝孔.....	261

參考文獻.....	286
-----------	-----

緒 論

從1930年就開始了編製鋼結構製造的本國現代技術操作過程，此操作過程具備着符合我國社會主義經濟條件的完備生產方法之特徵。

在編制過程中，1935年參加建設薩爾金斯基之奧爾忠尼啓則工廠的全體工作人員具有不可估價的功勳，特別是其領導者 Н. И. 弗爾洛夫和 Б. И. 別爾耶夫兩位工程師。奧爾忠尼啓則工廠之工作經驗推廣到鋼結構製造之其他企業中，並根據當地的生產條件作了某些修改與補充。

德聶泊爾彼特洛夫斯克的莫洛托夫工廠中的技術人員貢獻亦屬不小，他們製定了用鋼釘鋼（СПК）製之鋼釘鋼合很厚結構的規程，研究了 АС 鋼之加工性能問題（結合着莫斯科河上橋梁之構築），提出了一系列新穎的裝配工具和鉚接工具，並研究出用固定鑽模在橋梁構件上鑽安裝釘孔的方法。

編製鋼結構設計總院及其他機構系統內之所有新建鋼結構製造廠設計及原有廠房改建（1938—1948）設計的鋼結構設計院工程技術部門的全體人員，在編製祖國鋼結構製造之技術操作過程的事業中也起過很大的作用。

由於製造廠之全體人員，鋼結構設計院之全體工程設計人員和鋼結構設計總院之工作人員的合作於1941年編制了我們本國鋼結構製造的技術操作過程，此操作過程顯著地不同於革命前的手工業方法。

現代之技術操作過程應完成下述四項要求：製造成品具有高度的質量，工人高度的勞動生產率，成本低和結構之製造須符合快速安裝之條件。

在將施工圖交給車間以前，生產的詳細準備和在製造過程中廣泛使用提高勞動生產率，改善製成品之質量和降低其成本的各種用具是技術操作過程之主要特徵。

然而必須指出，就整個來說，儘管生產人員在研究先進和優良之鋼結構製造方法上做了很多工作，今天的生產依然是單個的以及在個別場合下之小量成批性的。

如衆所知單個生產的多樣性（缺乏專業性）已成為單個生產的特徵。包括各種性質結構的製造的單個生產應該有足够的靈活性和易於改變的方式，以便製造各種各樣的結構。作業地區沒有固定的操作，在製造過程中須使用萬能工具，亦

即製造各式各樣之結構所使用的工具。製造結構的多樣性就使在工廠中須備有萬能設備，在鋼材放置場備有大量的各種截面之軋製鋼材和大量的具有多樣技能的工程技術人員與工人。

單個生產之上述特點，由於提高產品成本，降低工人之勞動生產率以及減少作業面積之產品率，對工廠生產之技術經濟指標就發生了不良影響。

成批製造是最完善的生產方式，它較單個生產方式具有更好的工廠生產技術經濟指標。

同時製造大批相同之結構是成批製造的特點。成批製造可以廣泛使用各種保證準確製造該批相同結構和提高工人勞動生產率的專用工具來合理地組織技術操作過程。

成批製造時，應用專門裝置（往往是價值昂貴的裝置）的工廠設備之消耗，由於分擔在大批相同的結構上，故被認為是合理的。成批製造結構的工廠容易組織構件加工和結構裝配的流水作業，並且可能使作業地區專業化。生產工段或作業地區專業化的程度愈深，所有生產條件就愈穩定，並且按製訂之指示圖表進行均衡生產的先決條件也就愈大。作業地區的專業化給予更高的勞動生產率與更有效的使用設備與工具。

由於更有效地利用設備與具有更高的工人勞動生產率，成批生產的經濟效果不可比擬地高於單個生產。

成批生產在現代化之機械製造業中廣泛的使用着，一般的和中等的機械製造業亦大多與之有關。

將目前鋼結構之單個生產轉向較先進之成批生產的軌道上和編制用於大多數結構的標準製造技術操作過程和改善工廠生產之技術經濟指標已成為我們最迫切的任務。

爲了保證以成批生產的方法製造鋼結構的可能性，必須遵守下列兩項主要條件：

- 1) 符合成批生產之特點的鋼結構設計；
- 2) 在製造廠中要有適當的生產組織：首先是使作業地區專業化，其次在作業地區裝置必要的設備與固定以一定的工序。

不難看出，第二項條件完全決定於第一項條件的執行情況，如果設計（建築物之結構的決定）不能保證結構完全相同之構件必要之重複性（此重複對進行所有上述之措施的消耗是正確的）時，即不能使作業地區專業化，組織固定之工序和設置專用的工具。

這樣，決定是否可能轉向成批製造鋼結構之主要條件，就是其結構的決定。

不談對設計所提出之一切人所盡知的要求，如：構築物之強度、持久性、美觀以及鋼材的節省等等。

只簡說一下在編製設計中起着決定作用的與事先考慮到以高效率之方法製作鋼結構的可能性的兩項指標。

此處係指節省勞動與訂貨的大批性（換言之，即同樣構件大量的重複性）兩項要求而言。

假若說在任何一種生產方式（單個的，成批的或大批的）中，使能以少量的勞動量進行結構製造的優良設計都是共同的和必要的話，則決定着結構可能大批生產的結構相同構件的重複性就是成批生產的特有的和起決定作用的要求。

製造之勞動量首先決定於設計時對構築物結構之決定。如不考慮製造廠在製造結構時關於機床之性能，吊車之起重量，加工時所必有之剩餘量及作業之方便等等條件，則對製造之勞動量將起嚴重的影響。

縮小運輸和安裝編號的數量可使勞動量降低。

如果遇有個別結構構件彼此間只在安裝釘孔上有區別，而其它部分完全相同時，則此類構件應併成一組，給予一個運輸編號，並考慮其中之每一構件上的安裝孔，設計成完全相同的構件。這樣在製造廠中能減少劃線的勞動量，衝孔時可在衝孔機上使用工具設備而不用劃線，以便編制半成品之裝配工作和簡化裝配。安裝時由於構件編號的減少而使放置場的組織工作簡化，更主要的是便於編制結構之安裝工作。

爲了減少製造與安裝之勞動量，在連接處應採用極少量的鉚釘和螺栓，如果可能的話可增大其直徑。同樣鉚縫之截面和長度盡可能地採用最小的。

製造廠製造相同之結構愈多可能在編製整個生產過程時就愈合理。鋼結構設計院所設計的所謂「標準的」鐵路橋梁跨間構築物就是此類最合適的例子。

在1941年以前多數鐵路橋梁跨間構築物曾有過標準性的決定，此決定很不符合製造廠之生產要求並需要很大的勞動量。在多年的科學研究和設計工作之基礎上，以Г. А. 巴甫夫工程師爲首的鋼結構設計院曾編制了名爲「標準的」橋梁跨間構築物之新的決定，它重新考慮了以前所採用的桁架幾何圖形、斷面之類型和節點之連接。

爲了獲得此類跨間構築物之個別安裝構件和零件的最大重複性，曾須規定下列標準：

а) 節間長度，桁架高度和其中間間的距離；

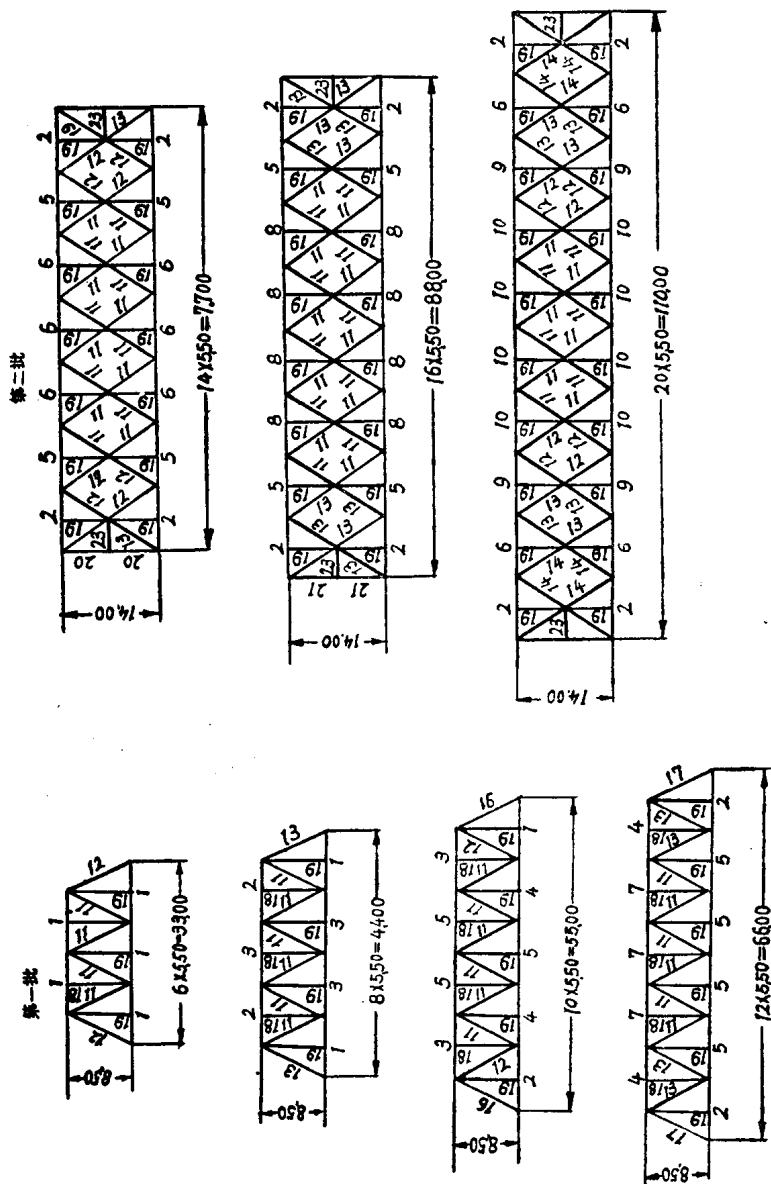


圖 1. 橋梁跨間構築物之單線圖

6) 桁架所有構件的寬度;

b) 保持固定的釘孔間距和準線, 以及從節點中心至第一個鉚釘孔的距離的安裝連接之節點與接頭上釘孔的圖樣。

考慮到跨度有很大的差別(由 33—110 公尺), L 標準的 T 跨間構築物會將其合併為兩類(圖 1)。第一類包括有 33, 44, 55 和 66 公尺之跨度, 而第二類則有 77, 88 和 110 公尺之跨度。兩類之節間長度會採用相同的, 即 5.5 公尺, 第一類桁架之高為 8.5 公尺, 第二類為 14 公尺。

在構件兩端之中心距離相同並具有同一寬度(450 公厘)的情況下, 桁架節間距離相同, 並僅只兩種高度, 就可能做到:

a) 所有跨間構築物之行車部分和斜撐部分之構件作成完全相同;

6) 用各種標準構件構成各種跨度的主要桁架, 此類構件第一類計需要 14 種, 而兩類一共則需要 23 種。於圖 1 中指示構成桁架用的標準構件的號碼。

標準構件的極大重複性和安裝連接處之釘孔圖樣的相同性, 能把需要鑽安裝釘孔所用之鑽模的數量減到最少, 因而在其使用上也達到了最經濟的目的。

此外桁架之上下弦和腹桿亦可採用 II 形之斷面, 比以前所採用之箱形斷面化費勞動量要少的多。

所有這一切都允許以使用固定鑽模鑽安裝釘孔的最完善的方法來編制製造 L 標準的 T 的跨間構築物的完全合理的技術操作過程。

使用鑽模和其他用具保證了更高的生產率和製造可以相互替換構件之精確度, 保證了安裝時釘孔很好的重合, 並且免除了按工業建設人民委員會之原有設計, 製造橋梁跨間構築物時所必須進行的極其麻煩的結構總裝配與擴孔的操作。

結果, 工廠中之勞動生產率提高了。

根據製造廠中之材料的分析編成圖 2 中所載的兩個指示圖表, 表內記載着關於典型的(工業建設人民委員會之原設計)和 L 標準的 T 鐵路橋梁跨間構築物之製造的個別工序與整個工序的勞動量之對比。

第一個指示圖表中之黑圈係表示 1930—1932 年製造典型橋梁之技術操作過程的每個工序之勞動消耗(以人工——小時計算), 而以線條塗畫的部分係表示 1946—1947 年製造 L 標準的 T 橋梁的工序之人工-小時消耗量。

記載之數字指出, 過去十年來製造跨間構築物的總勞動量平均降低了 50—75%, 而按其各別工序(裝配和鉚造)計算, 甚至還要多一些。

這一點可用兩種原因說明：第一是減少了操作量，第二是使用了合理的工具設備，因此按生產的方法，跨間構築物的製造就接近於成批性。

1949年為莫斯科斯莫林斯克廣場的多層建築物製造的骨架結構，可以作為第二個例子。完全相同或相互類似構件之間的最大重複性，是此骨架結構的特點，構件之結構決定完全考慮了降低製造勞動量和創造大批生產之條件方面的生產要求。

下列事實即足夠說明這點：總重5655噸之全部骨架結構中柱子（1324個）之重量就佔53%（3017.5噸），而梁約佔全部結構之42%（1356噸）。這樣在工程量上主要的就是製造兩種構件——柱子和梁。

雖然H形斷面之柱子沿建築物之高有所變更，而所有1324個柱子之製造時的技術操作過程仍然相同。在製造5878個梁時也具有相類似的情況，其中5526個梁是用軋製之工字鋼作成，而其他358個則用銲接之組成斷面梁作成。

不談製造之技術操作過程，只談相同構件之最大的重複性給予製造上由於具有同一的（對所有同型構件而言）技術操作過程而能使用上各種必要的工具設備上亦創造了前提。由於這樣，在某些工序中勞動生產率增加了一倍半甚至還多一些。

在製造大批相同之結構時，由於工人們在工作中所獲得的經驗同樣也可以提高其勞動生產率。例如在鋼結構設計總院所屬的一個南方製造廠中曾試驗了並掌握了銲接工形梁所用的新型裝配胎。經兩天時間的觀察就裝配了12個梁。裝配十二個梁之中的五個梁所須的時間載於表1中。

表1中所記載之資料是在安置裝配胎後之頭兩天所得，以前在裝配時使用此種裝配胎該小組（兩人）尚沒有經驗。

從表1中可以看出，由於裝配小組在工作中按其掌握新型設備的程度所獲得的經驗而如何地提高了他們的勞動生產率。裝配第一號梁所須的時間為兩小時，而最後一個僅需32分鐘，也就是說比第一個快四倍。此種

急驟縮短裝配梁的時間，是因為裝配小組由於掌握了裝配胎和經過多次反覆相同的工序而獲得了經驗。

表 1
用裝配胎裝配梁所須的時間

梁 號	製配時之總合時間（分）
1	120
2	55
4	47
9	43
12	32

從所記載之例子中看出，成批製造鋼結構是如何影響着勞動量的降低，如何給運用高效率組織生產的方法創造了先決條件；應用此種方法使作業地區按成品之種類專業化，並且使在有固定工序及設備的作業地區之上裝置各式各樣的工具等成為可能。

第一章 鋼結構製造廠

第一節 工廠之性能

鋼結構製造廠的能力是根據每年生產的產品噸數來確定。絕大部分的製造廠是建立在離供給鋼材的冶金工廠不遠的地方。鋼材供給者可直接將鋼材送往需要的工廠，這樣就可以使其不斷地工作，因為在這種情況下可以簡化供給原料的組織機構。

鋼結構製造廠按能力可分成以下三類（表2）。

根據生產機械化的程度，製造廠可以分成以下四類：1) 低級機械化的；2) 半機械化的；3) 機械化的；4) 高度機械化的。

每類的特徵是根據該類製造廠工作中所反應出的固有的平均生產指標來確定之。這些指標包括有：

1) 工人勞動生產率，也就是一個工人在一年中生產出的產品噸數；

2) 年產量除以生產面積而求得之每平方公尺生產面積的年產量；

3) 產品之成本價值。

企業機械化程度越高及安裝機械化設備越完善。則單位產品之體力勞動越少，因而便可提高工人勞動生產率，增加工廠面積之生產量和降低產品之成本。

生產機械化的程度可以用一個生產工人所佔有的電動機能力的仟瓦數說明之。製造廠機械化程度愈大以及一個工人配備之仟瓦數愈大，則工人生產出的產品就愈多。

根據設計及實際材料的分析，由作者所編製之圖3及圖4中的圖表可說明工廠機械化對工作的影響。

表 2

按生產能力將工廠分類

製造廠之類別	每年產品之噸數
能力小的	12000—24000
中等能力	25000—39000
能力大的	40000 以上

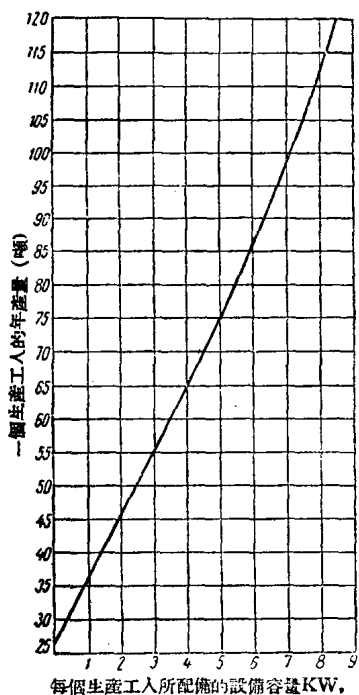


圖 3. 機械化對一個生產工人之年產量的影響

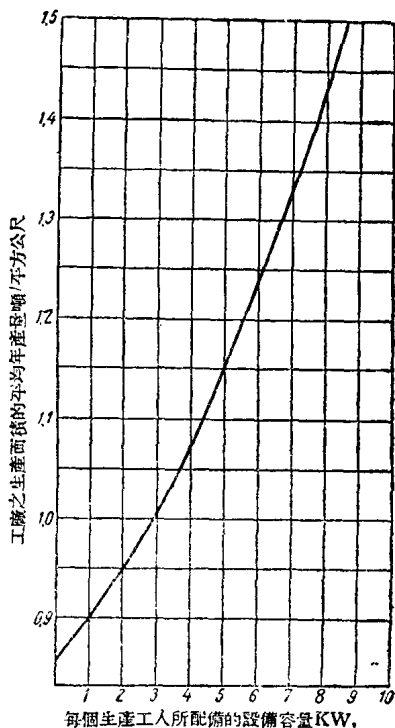


圖 4. 機械化對工廠每平方公尺生產面積之年產量的影響

全部發電機裝置容量之仟瓦數與工人總數的比(仟瓦/人)稱為總指標。

除了此總指標外，主要需知道兩個分數指標，其中一個說明起重運輸工具生產裝備量(噸/人)而另外一個是確定製造每噸產品之電力消耗量(仟瓦/小時噸)。

工廠吊車設備能力，對降低勞動生產率起決定性的作用。

可以用每一個生產工人所佔有的全部吊車總的起重重量來衡量工廠起重運輸工具之裝備。工廠起重運輸設備能力愈大和每一個工人所佔有吊車起重重量之噸數愈多他的勞動也就愈為減輕。

表 3 中記載說明每類工廠的最重要指標的平均數字：工人勞動生產率，生產 1 噸產品電力的消耗量，起重運輸工具裝備及電動機的裝備。

表 3

工廠工作之平均指標

工廠之類別	每年一個生產工人之產量 (噸/人)	每個生產工人所佔有的吊車起重量 (噸/人)	每個生產工人所須要的電動機裝配容量數 仟瓦/人	每噸產品電力的消耗量仟瓦/小時
低級機械化的	23—35	0—0.1	1.5	0—90
半機械化的	35—47	0.1—0.25	3.0	90—130
機械化的	47—65	0.25—0.35	5.0	130—140
高度機械化的	65—88	0.35—0.45	7.0	140—150

因為輔助生產車間的能力有很多原因時常與生產車間無關，故表 3 中所指出的指標，僅與主要生產車間有關。

工廠吊車設備，鋼材加工設備及結構鉚接與銲接設備的裝備是按機械化的程度區分工廠的外部標誌。

低級機械化的企業極少設有吊車，即或有，數量也是很有限的。在加工時移動鋼材，使用手動滑車，很少用電動小吊車。加工鋼材之大部分的工序，以及結構的銲接及鉚接，通常用手進行。

半機械化的企業裝備一些較好的吊車及其他設備。在半機械化的工廠內，鋼材倉庫與裝配地區是使用吊車工作，該吊車之起重量係根據準備製造之結構的最大重量而定。

在半機械化工廠內，一般不製造笨重的結構，因此在鋼材倉庫之吊車起重量不超過5噸，而裝配台的吊車不超過10噸。在鋼材加工廠內一般裝設起重量3—5噸的電葫蘆小吊車或單梁吊車。

用手進行在機床上加工鋼材，鉚造結構及銲接結構。很少採用機器鉚造及自動銲接。

機械化工廠有較大能力的吊車設備。在加工車間內時常裝置有兩個雙車式的吊車或兩個雙車式的單梁吊車，其起重量為 2×5 噸。裝配台上之吊車起重量，以製造之構件的最大重量來確定，一般達25—30噸。在裝置有不需號料的工具及工作台的機床上進行加工鋼材。在裝配銲接結構時，採用裝配工具及固定架。廣泛地採用機器鉚造及自動銲接。

高度機械化的特徵，係大量地裝配強大的吊車工具——橋式吊車，兩個電葫

蘆起重的單梁吊車，固定懸臂吊車等。裝配用橋式吊車之起重量達60噸。

在加工車間內安置有生產率高的設備，有不需號料進行加工的操作台和工具，在裝配時廣泛採用裝配與銲接結構用之各種固定架和工具。於多軸鑽孔機上按照鑽模鑽安裝孔，機器鉋合及自動銲接是最主要的，因此在裝配車間內備有鉋釘夾及自動裝置。

鋼結構製造廠的能力不能作為評定其屬於上述四種工廠（按機械化程度評定）中某一種的標準。可以遇到某些能力不大的工廠但其機械化程度却高於能力大的工廠。

可是實際證明，無論是單個車間或整個工廠其一定生產面積上的產品量，一般隨着工廠能力的增大而增加。這樣顯然地說明了規模宏大的工廠是裝備更完善及高度生產率的設備。

多數的現有金屬結構工廠是多樣性的，被裝備着各種設備，以便製造各種結構：工業及民用建築物，運輸構築物及容器等。雖然按結構型式使各廠專業化有些優點，但因為實現各廠平衡訂貨負擔非常複雜，所以按結構型式專業化是不正確的，並且也是行不通的。

至於在一個工廠範圍內按其產品種類及技術操作特徵，使單獨車間及工段專業化，那倒是正確的，並為目前大多數金屬結構工廠所廣泛採用。工廠內部組成不但有專業化的車間並且也有專業化的工段，例如，製造鐵道橋梁標準跨間建築之結構，牆窗及天窗結構，貯液槽，無線電鐵塔及根據標準設計成批製造的其他結構。有時在中型或大型工廠中按技術操作特徵亦將車間專業化，如鉋造結構和銲接結構的車間。在這種情況下工廠有兩個裝配車間：一個裝配車間用於裝配及鉋造鉋接結構，另一個裝配車間用於裝配及銲接銲接結構。有兩個裝配車間一般說明製造鉋接及銲接結構之作業地區的專業化組織。

近年來銲接在鋼結構中成了連接之主要形式（橋梁除外），因此在工廠內多半僅有一個裝配車間，在該車間內附設一個裝配及鉋造鉋接結構的專業化工段。根據製造結構的種類及技術操作特徵使車間及工段專業化有很大的優點：容易按工種實現作業地區專業化，便於以合理的裝配及銲接用的工具裝置於作業地區，並可能使作業地區有固定的工序。

作業地區專業化分工愈細緻，生產過程就愈固定，也就更有利於在本工段、車間及整個工廠進行工作。