

Steel Construction Manual

钢结构手册

舒立茨 索贝克 哈伯曼 / 著

SCHULITZ

SOBEK

HABERMANN

大连理工大学出版社
EDITION DETAIL

Steel Construction Manual

钢结构手册

舒立茨 索贝克 哈伯曼 / 著

大连理工大学出版社
EDITION DETAIL

SCHULITZ
SOBEK
HABERMANN

TU391-62
C4

Steel Construction Manual

钢结构手册

舒立茨 索贝克 哈伯曼 / 著 殷福新 车轶 司炳君 王立成 吴学奎 / 译



长安大学图书馆



1202918

大连理工大学出版社
EDITION DETAIL

SCHULITZ
SOBEK
HABERMANN

Stahlbau Atlas / Steel Construction Manual

By Helmut C. Schultz, Werner Sobek, Karl J. Habermann

© Originally Published in 1999

by Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH, Munich

And "Deutsche Stahlbau-Verband e.V. DSTV", Köln

Edition Detail by publishing house Dalian University of Technology Press

ISBN 3-7643-6181-6

© 大连理工大学出版社 2004

著作权合同登记 06-2002 年 159 号

版权所有·侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

钢结构手册 / (德) 舒立茨等著, 殷福新等译. —大连: 大连理工大学出版社, 2004.6

书名原文: Steel Construction Manual

ISBN 7-5611-2463-5

I. 钢… II. ①舒… ②殷… III. 钢结构—手册 IV. TU391-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第001664号

出版发行: 大连理工大学出版社

(地址: 大连市凌水河 邮编: 116024)

印刷: 利丰雅高印刷(深圳)有限公司

幅面尺寸: 230mm × 300mm

印 张: 25

插 页: 4

出版时间: 2004年6月第1版

印刷时间: 2004年6月第1次印刷

出 版 人: 王海山

责任编辑: 房 磊 张 威

责任校对: 裴美倩 李立群

封面设计: 王复冈

定 价: 240.00 元

电 话: 0411-84708842

传 真: 0411-84701466

邮 购: 0411-84707961

E-mail: dutp@mail.dlptt.ln.cn

URL: <http://www.dutp.cn>

目 录

第1部分 钢结构的历史

Karl J. Habermann

8

钢铁建筑的演变过程	10
铁——工业革命的材料	12
关于铁的学说	16
200年来钢铁连接及形式	21
铸铁构件——柱、梁、拱形结构	22
悬挂结构——链、杆、钢索、网	30
桁架的原理——作为先决条件的锻铁	38
作为梁使用的桁架——多层建筑中的桁架	44
受弯梁、刚架、刚性构架、“筒”	56
从Paxton建筑体系到Fuller建筑体系	64
钢结构发展一览表	74

第2部分 钢材

Werner Sobek和Stefan Schäfer

78

原材料及其生产	80
把材料加工成半成品	83
后续加工和半成品的加工	88
钢的性质	92

第3部分 钢结构技术

Werner Sobek和Stefan Schäfer

98

表面处理	100
防腐措施	102
防火	108
保温	110
钢结构的隔音	111
安装与拆卸	112
回收利用	116

第4部分 主要构件的形成： 半成品构件的成型与连接

Werner Sobek和Stefan Schäfer

118

半成品的成型加工与连接形成主要构件	120
焊接与连接：不同的构造方式	120
基本构件的应力和应变：线形构件	141
基本构件的应力和应变：平面构件	150
洞口的细部设计和力的传递	153
作为建筑组成部分的天然地基： 钢结构基础	157

第5部分 通过组装主要的构件形成结构

Werner Sobek和Stefan Schäfer

164

通过组装主要的构件形成结构	166
整体建筑中的承重结构	166
荷载与作用力	171
结构的稳定性、可靠性和设计	180
二维受力体系	183
三维框架与连续体	207

第6部分 建筑实例详述

Helmut C. Schulitz和Martin Siffling

222

附录

386

参考文献	386
结构钢架方面的指导性条文和规范	390
图片鸣谢	397

前言

19世纪初,自从钢被广泛应用以来,钢对整个建筑的发展产生了深远的影响。然而,早期的施工只能采用可以承受压力荷载的材料(包括木材),这就严重地限制了结构的跨度。钢这种新材料在结构跨度的长度及建筑的高度方面突然打开了全新的前景。

几个世纪以来,因受限于构造上的选择而逐渐发展起来的旧的建筑形式一夜之间就失去了它们的光环。例如,世纪之交铁结构长方形教堂形式表现了传统形式与新生事物之间的分歧,巴黎的 Notre Dame du Travail 教堂充分地说明了这一点。

今天的建造技术使我们能够将目标定位在更大的成就和更新的建筑形式上。过去所受的种种限制如今不需再考虑了,而遗憾的是旧的建筑模式却决定性地影响了城市中的建筑形式。就工程技术而言,在建筑行业铁的应用是无比广阔的;我们能建造出任何建筑——甚至是怪诞的建筑。而这种思想让建筑师依赖任何设计都是切实可行的事实,将设计交给结构工程师来实现。但结构工程师通常不是结构计划的制定者。只有计划的制定者与建筑师合作,从开始设计到给出一个优秀的解决方案,建筑的设计才能够得以实现。

新版《钢结构手册》的作者将建筑设计 with 构造相结合,清楚地阐明了从材料到建造的整个应用领域设计者的职责。我们的工作并不是简单地记录目前钢结构建筑中已经成为惯例的事情,并把这些内容作为“标准”来颁布,而是有选择地描述著名的建筑形式,最重要的是阐述将材料的使用量和建造工作缩减到最小程度。

此书的开始部分——“钢结构的历史”,并不像过去出版的著作那样按用途的种类叙述钢结构的历史发展,而是第一次按照结构原理,并沿着单独的演变主线进行的。后面基础部分的章节也采用这种方式。事件历史顺序陈述的另外一个基本方面是一步步地向目前的建设场景逼近。只有这样,从实践中获得的历史知识才可以保持先进和有用。大量引用原文为达到更高的可信度打下了基础。Sigfried Giedions 在他 1928 年出版的名著 *Bauen in Frankreich, Bauen in Eisen, Bauen in Eisenbeton* 中提出了一个论点,此论点很好地阐述了这样一个观点:“铁的用途就是将很高的承载能力浓缩到纤细的结构上……铁拓展了空间。墙面可以变成透明的玻璃外壳……这导致了新的设计规则。”在开放式钢架审美观方

“在生活中,铁是最好的工具,同时也是最坏的工具。它给予我们翻地、植树、切削灌木树篱和收获葡萄的力量;它能帮助我们建造房屋和打磨石头。在许多有益的工作中我们需要铁。但铁也用于战争、掠夺和杀戮……当我们为铁带来生命的同时,我们也给了它毁灭的翅膀。”

Pliny the Elder, 公元 1 世纪

面直到今日仍是建筑上的争论话题。

在本书的后面章节中,钢结构基本原理与第六章中的建筑实例相联系,因此,整体性更强。关于基本原理的相关章节按照钢结构教科书的形式重新进行了改写。为了清楚起见,曾经是钢铁工业其他部门标准中的条款也被引入。“建筑实例”包括已经建成的工程。这些工程覆盖了结构钢架的全部结构形式,从简单的车库和多层建筑到复杂的结构和摩天大楼。

所选取的方法早已成为细部图系列建筑手册的标准。历史分析和基本原理反映了目前的状况,并且,最后收集到的大量实例勾画出了工程原理的实际应用轮廓。此手册给出了结构钢架方面的详尽文献,为建筑师和工程师以及教师和学生提供了设计和建造方面的重要信息。然而,我们应该指出的是原理和实例不能当作现成的解决方案,而只能作为有待于进一步完善的设计和详图的基础。

只有在国内外同仁的帮助下才有可能收集到本书的大量资料。十分感激 Rainer Graefe、Theodor Hugues、Bertrand Lemoine、Werner Lorenz、Ted Ruddock、Christian Schädlich 以及 Eberhard Schunck 在钢的发展历史方面提供的帮助。

同样,我们还要感谢 Stefan Schafer 在材料基本性质方面提供的帮助,以及 Martin Siffeling、Thomas Müller、Volker Rohweder、Britta Schmäring 和 Thies Wachter 对建筑实例一章给予的帮助,他们全体为本书的出版倾注了大量的心血。

作者

第 1 部分 钢结构的历史

Karl J. Habermann

钢铁建筑的演变过程

铁——工业革命的材料

关于铁的学说

200 年来钢铁连接及形式

铸铁构件——

柱、梁及拱形结构

悬挂结构——

链、杆、钢索、网

桁架的原理——

作为先决条件的锻铁

作为梁使用的桁架——

多层建筑中的桁架

受弯梁

刚架、刚性构架、“筒”

从 Paxton 建筑体系到 Fuller 建筑体系

钢结构发展一览表

走近 300 米 (“La Tour de 300 mètres”),
巴黎, 1889 年, Gustave Eiffel



钢铁建筑的演变过程

“第一座铁制住宅诞生于英国，是活动房屋，打算用于她的殖民地。由于构件强度高并且构件连接方便，这些房屋可以承受火灾、地震灾害和蛀虫的侵袭。在热带国家这种建筑物很流行，并且正以惊人速度发展。这些建筑物仅存在的一个问题是建筑物的墙体是由简单的金属板制成的，在炙热的阳光曝晒下，这些屋子迅速变得非常热，令人难以忍受。”^[1]

以上叙述出自1845年出版的《建筑》报(Allgemeine Bauzeitung)上刊登的一篇文章——作者不详，这段话概括了早期铁结构住宅的发展状况。铁这种新材料在工程中的应用是切实可行的，而且材料来源丰富，一种以出口为目的的工业化配件生产开始了，尽管还相当不成熟。当时的设计没有充分地考虑当地的气候条件，建筑科学方面也忽略了这一点，类似情况并不奇怪。即使今天，在建设项目中采用欧洲技术而忽略当地的资源和规律，这都将导致灾难性的后果。瓦垄面铁棚屋就是当时不适当的发展政策的一个象征。仅仅在近些年里，我们看到了值得肯定的方法：Glen Murcutt正在承担一项建设计划，为澳大利亚土著人建造住宅，在建设过程中采用现代建造方法并且仔细考虑材料的组合，同时首先对当地气候和客户的生活方式进行了详细的分析。

铁这种材料所具有的特殊性质使它成为有价值的材料并且在现代建筑中完全不可缺少，仅仅是不正确的加工和应用将导致结构出现问题。尽管远不如像珠宝、工具或农具的原材料那样使用频繁，铁经常在历史进程中起到举足轻重的作用。铁的发展技术永无止境。

在建筑的整个历史中，铁的应用数不胜数。这里给出铁结构的重要发展历程：

希腊人已在公元5世纪使用铁制夹具来

保护寺庙中的大石块，以后这项技术传入罗马。在君士坦丁堡的索菲亚大教堂巨型拱顶建筑中使用了熟铁制造的拉杆(532—537)。

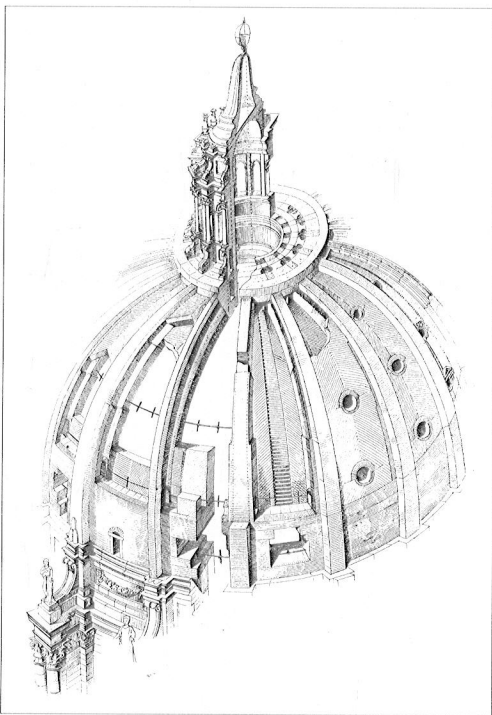
尽管罗马式建筑没有用铁还可以应付，可是到了哥特式时代要是没有铁这种材料就建不成建筑物。这个时代的窗和窗花格用铁条制成，非常牢固，拱顶由锻造的铁拉杆锚固。16世纪和17世纪最著名的圆屋顶均为拱顶，其外围水平拉杆是由铁制成的(米开朗基罗于1546年在罗马设计St Peter大教堂的圆屋顶时使用了6根这样的梁，1743—1748年又增加了6根梁)。

文艺复兴时期和巴洛克时期的工程师——建筑师最初将铁作为钢筋使用，主要埋在结构内部。在设计中通常将铁和石材或铁和木材组合使用，铁提供拉力，同时也承担一定的剪力，而石材承受压力。由此可见，钢筋混凝土理论可以追溯到久远以前。

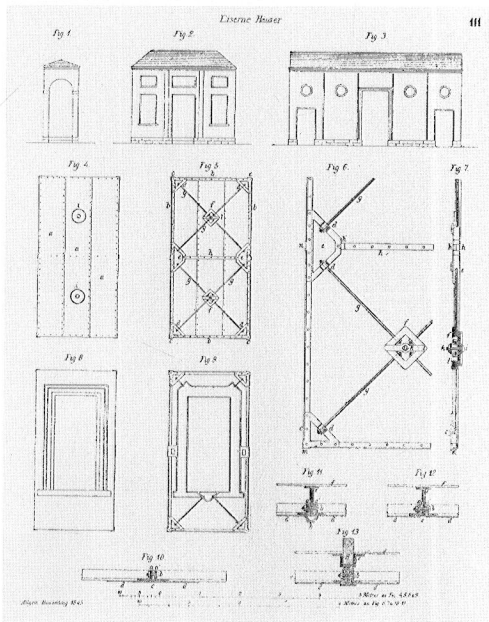
铁的诸多特点是建造技术出现的关键因素。铁起主要作用的一类建筑物是只能符合一步步由相应的构件(承受压力或拉力)和节点技术组装起来的建筑物。使用木炭炼铁一直以来因为效率低而受到限制。只有到了18世纪中期，矿产煤被转化为焦炭，用焦炭冶炼铁矿石成为可能，这表明在建筑中可以大量使用铁作为工程材料。

尽管铁的应用历史或多或少有过记载，但当用它开始生产材料时，我们在认识上仍然有许多空白。但是考古学对接踵而来的早期钢和铁的生产方法是很难考证的。重建的所谓炼铁熔炉被用来验证不同的结论，如矿石的质量及配制，熔炉壁的材料及形状，木炭的燃烧，空气的介入等，以及它们的影响和结果的比较。另外一种途径是试图恢复在非洲仍沿用的以往的生产方法，欧洲在中世纪到殖民地时代仍然普遍使用这种技术。例如，人类文化学家 Hans Peter Hahn在Togo

1.1 位于罗马的St Peter大教堂，圆顶外围的铁圈梁，建筑师为Michelangelo及后来的Josef Durm《建筑手册》(Handbuch der Architektur)，1905年



1.2 “铁房子”，《建筑》(Allgemeine Bauzeitung)，维也纳，1845年



“一包熟铁，一团灰、煤、尿液、动物骨骼、石灰、烟灰等，把这些物品放在一铁制容器内并置于火上，铁达到白热化，但没有熔化，几小时之内容器内的铁外面镀上了一层钢。放在火上的时间越久，铁的这种变化就越大。当样品的温度达到某适当温度时，将样品放入冷水中。武器制造者、刀匠、佩剑制造商采用这种方法将铁转化为钢。”^[3]

Johann Georg Krünitz, 1838年

(多哥)北部村民的帮助下大胆改造传统的粘土“水泥”鼓风窑炉，当添入木炭和少量的大块铁矿时，这个2.5m高的熔炉装置及它的革新的供气系统生产出了性能优异的产品：工具钢的性能好于1900年左右德国生产的工具钢的性能（也就是氧的含量更高）^[2]。铁和钢的命名不同主要源于它们的生产方法或随后的处理方法。Johann Georg Krünitz的《经济百科》(Oeconomische Enzyklopädie, 创刊于1785年)已经对铁和钢做了区分。武器制造者、刀匠、佩剑制造商为了使刀刃坚硬而采取的像过去炼金术一样的处理方法在标题“钢”后面做详细描述(炼制方法5)。

由Otto Johannsen编著，一直被更多引述的*Geschichte des Eisens*将铁和钢技术的发展划分为4个主要阶段。第一个重要阶段是中世纪末，在经济和技术方面，铁的生产工艺已经确立。除了详细论述煤和铁矿石的提炼、矿石配制和窑炉技术外，书中内容还包括不同行业所用材料的后续处理，这些均被当时大量的例子所证实。接下来的时代是“木炭窑炉时代(16世纪和17世纪)”和“矿产煤窑炉时代(18世纪至今)”。

铁和钢的名称由碳的含量来定义。钢具有较高的抗拉强度和较高的硬度。然而在日常使用过程中，术语之间的区别每时每刻都在变化。而第一个尝试严格定义材料名称的文字来源于1876年的费城世界博览(Philadelphia World Exposition): “所有锻铁典型成分的化合物被称为熟铁。这些化合物是通过抽纱法或通过除熔炼以外的其他任何方法，从一团状物质中提炼出来的，这些物质不能被显著地硬化和淬火，并且在某些方面类似那些熟铁材料。当通过任何方法使这些混合物硬化和回火，类似称为锻钢的材料，那么这样的材料将被命名为熟钢。所有的可锻铁由液态浇注获得的典型成分组成，将这些化合物加

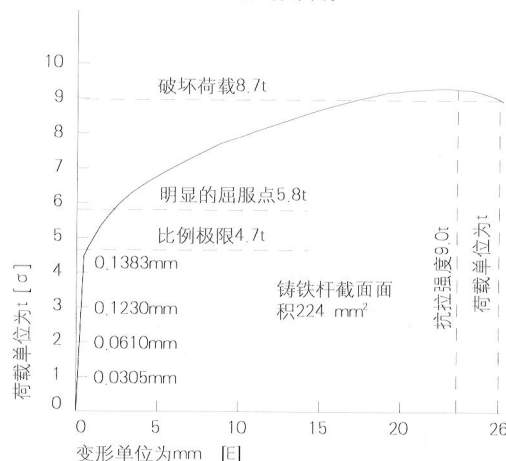
热到红热状态并放在水中冷却称为铸铁。所有这种通过任何方法可以硬化的铁的混合物被命名为铸钢”^[4]。

Frank Werner和Joachim Seidel深入地研究1889年至1944年间给出的铁和钢的一系列应力—应变曲线，获得了材料性质的数学描述^[5]。

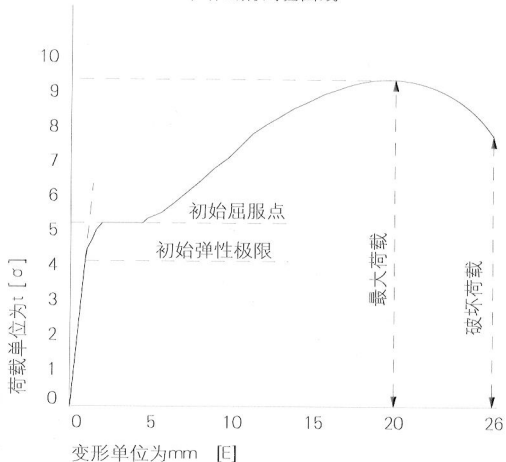
国内和国际经济利益以及材料技术的快速发展使得条款和标准化过程的制定十分困难。

1.3 铁和钢的应力—应变变化过程曲线接近于真实材料特性

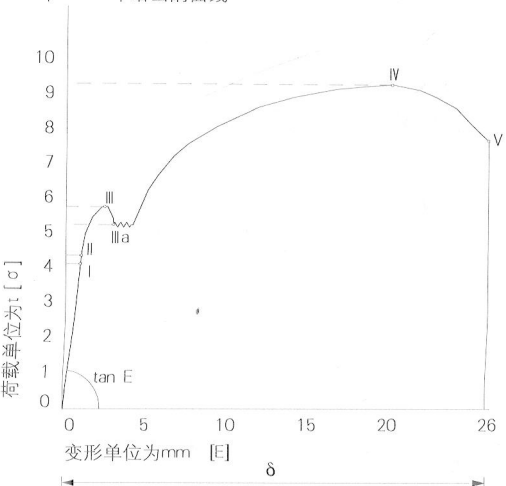
Mehrtens, Georg 1887年给出的试验曲线



Laissel/Schubler 1889年给出的试验曲线



Schaper 1994年给出的曲线



E 弹性模量 $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

I— σ_p 比例极限

II— σ_E 弹性极限

III— σ_{F_0} 上屈服点

IIIa—极限屈服强度

IV— σ_{F_0} 下屈服点

V—破坏

δ —破坏时的应力

F_0 —试件的初始横截面面积

l_0 —试件的初始长度

Δl —伸长率

铁——工业革命的材料

“铁及其特性早就为人们所知,但直到最近当它成为建筑材料时,也不能像石料和木材一样做到低成本和高产出。”^[6]

Otto Königer, 1902年

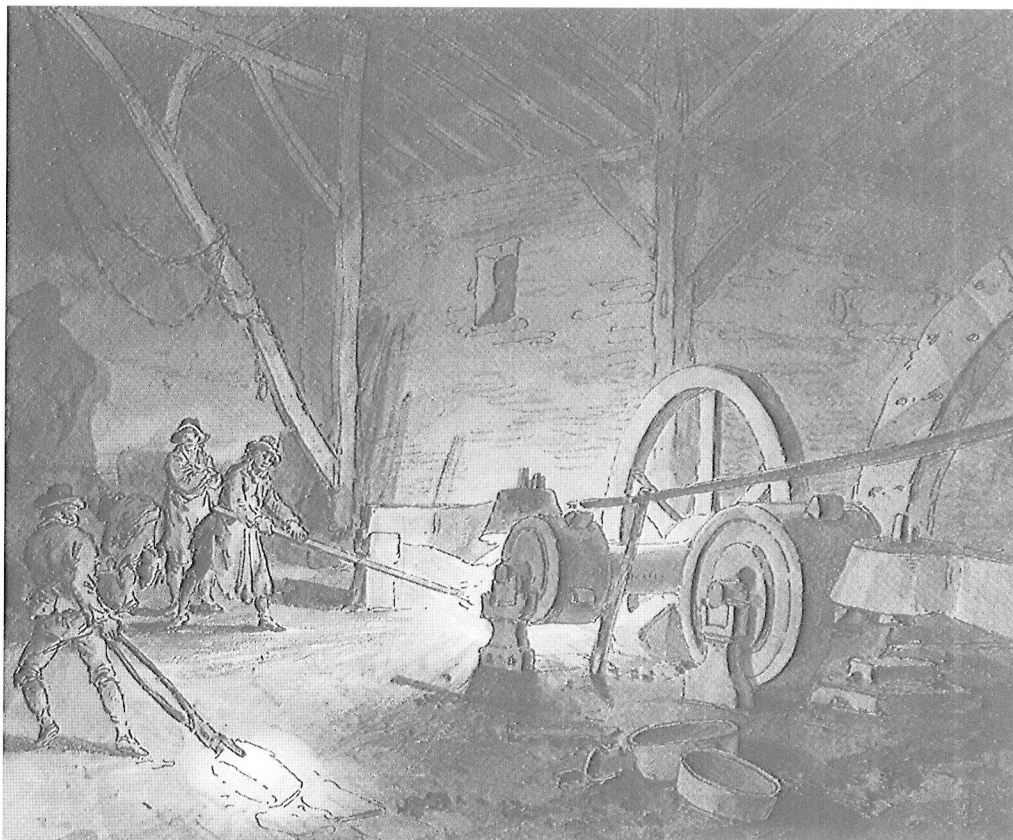
在工业革命中,铁起到了重要作用。铁的生产方法上升到具有艺术价值的主题上,反映出印象派风格的关系。英国画家 Julius Caesar Ibbetson(1759~1817年)在他的作品“Cyfarthfa城堡工厂”中捕捉到了冶炼厂中的一景,作品描绘了炽热的铁块在沉重的、水力驱动的铁锤下被拖出。

“没有什么比看见用人类的手驯服坚硬的金属更壮观的了。到处都可以看见人们在专心地工作。在那边,忙碌的工人们用巨大的杠杆在平炉边滚动铁坯,看着它从熔炉壁的洞口穿过。长时间盯着白热金属块将导致失明。于是一名工人打开冶炼炉炉门,用夹具抓住一块巨大的坯料,迅速拖着它通过铸铁板地面,拖至巨型铁锤之下……。置身于这样工作场所中,一个人能真正认识到人类精神战胜奇形怪状物质的胜利,在这最能追随到冶炼技术的发展。这里就是能找到人体原型的地方。在这里,艰苦的工作增加了肌肉的力量,这正是适合雕刻家雕塑的人体原型^[7]。”这段关于在 Fourchambault 处铸造工作的描述发表在 1849 年出版的画报上,此描述将艰苦的工作条件理想化为英雄的行为。

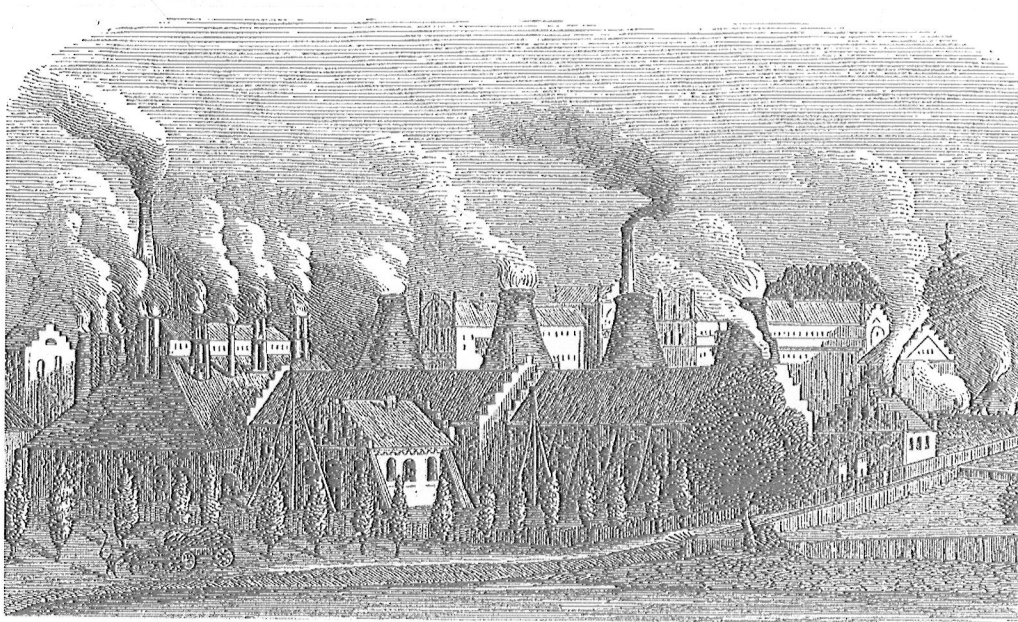
鼓风熔炉的燃料从木炭到沥青煤及焦炭的演变,以及其他方面的发展,是致使铁大量生产的突破口。冶炼铁对乡下和城市的周边及环境的影响可以从 Laura 铁工厂的插图中看到,这在当时是最先进的铁冶炼厂之一。

鼓风熔炉的垂直剖面图阐明了冶炼过程中的主要阶段。将熔炉放在山脚位置可以避免冶炼过程运送材料。煤、矿石和添加剂连续不断地从熔炉的顶部倒进,冶炼过程中产生的气体从顶部洞口排出。在矿石熔化过程中,填料不断下沉,预热的空气从熔炉的底部吹进熔炉,熔化的金属定时从熔炉流出。

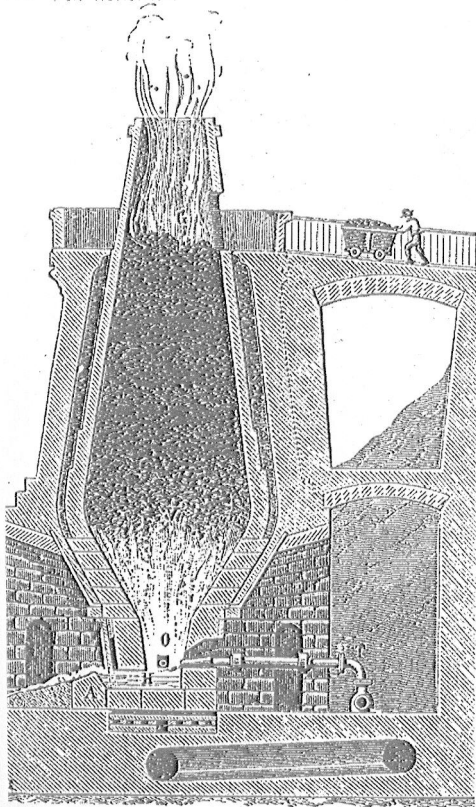
1.4 “Cyfarthfa城堡工厂”, Julius Caesar Ibbetson(1759~1817年)



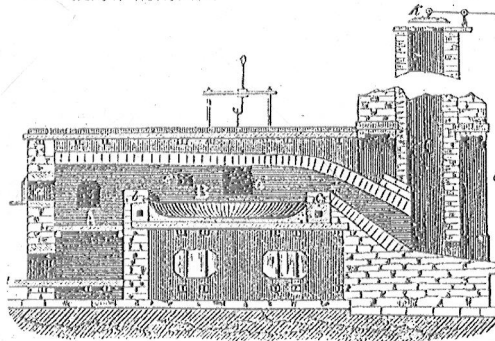
1.5 Laura铁工厂的高炉



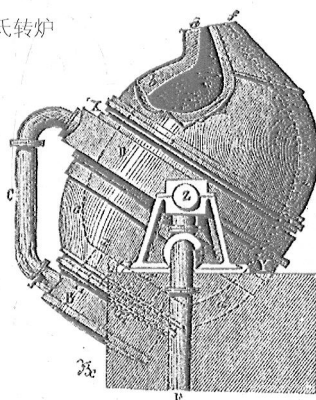
1.6 高炉的剖面图



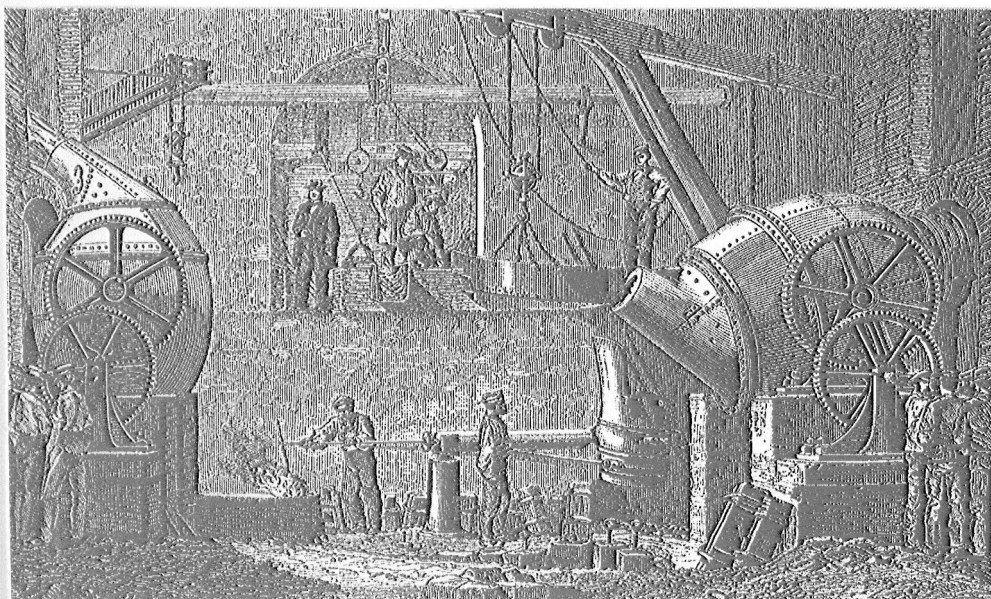
1.7 搅炼炉的剖面图



1.8 贝氏转炉



1.9 贝氏钢厂详图



那个时代生产出的大量铸铁一直受到脆性及较低拉伸强度问题的困扰,原材料质量的变化导致产品的质量不稳定。然而,铸铁的抗压强度是石材抗压强度的100倍,这意味着在不久的将来,在节约材料、减轻结构重量方面,建筑工业会对这种新材料感兴趣。由于没有计算方法并且又不十分清楚铸铁的金属特性,施工人员不得不依赖于1:1的模型试验。铸铁在应用上迈出的第一步是在工业建筑和桥梁方面。

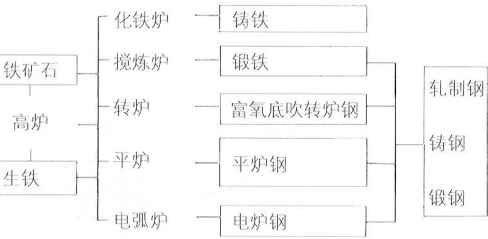
1784年 Henry Cort 发明了一种冶炼方法,在搅炼炉中对生铁进行进一步处理,减少铁中碳的含量。铁被熔化、搅拌并加工成钢坯,随后经钢坯锻锤锤击,拉伸成长500mm,直径为70~100mm的棒材。经轧制形成扁材,锻铁的整个处理过程包括捆束和锻接(切成500mm长的扁材四个一组堆放,加热到白热化并停止碾压)。

在冶炼技术和金属学不断发展的同时,作为工业化的重要组成部分,蒸汽动力以及铁路也得到了发展。这些得益于有关铁的技术的发展以及能直接使用的最新的铁产品。当蒸汽机接管高炉操作、锻造和轧制机的重要任务时,铁路成为运送原材料和半成品的不可缺少之物。机床的出现(Maudslay 于1810年发明了车床)也在新材料的进一步加工制作中起到了关键性作用。

对于生产铁的历史的下一阶段,我们必须关注美国的 William Kelly 和欧洲的 Henry Bessemer。

“贝氏转炉”的发明(最初的概念可以追溯到1855年)使得由生铁直接生产钢成为可能。在冶炼中,为了除去铁中的碳采用了氧气鼓风机,但是钢的质量一直得不到有效的保证,在冶炼中只能处理无磷矿石。1879年, Sidney Gilchrist Thomas 发明了一项新的技术改变了这种状况。

1.10 Werner 和 Seidel 给出的钢铁产品生产线^①。在文献中一次次出现的此图展现了各环节之间的联系



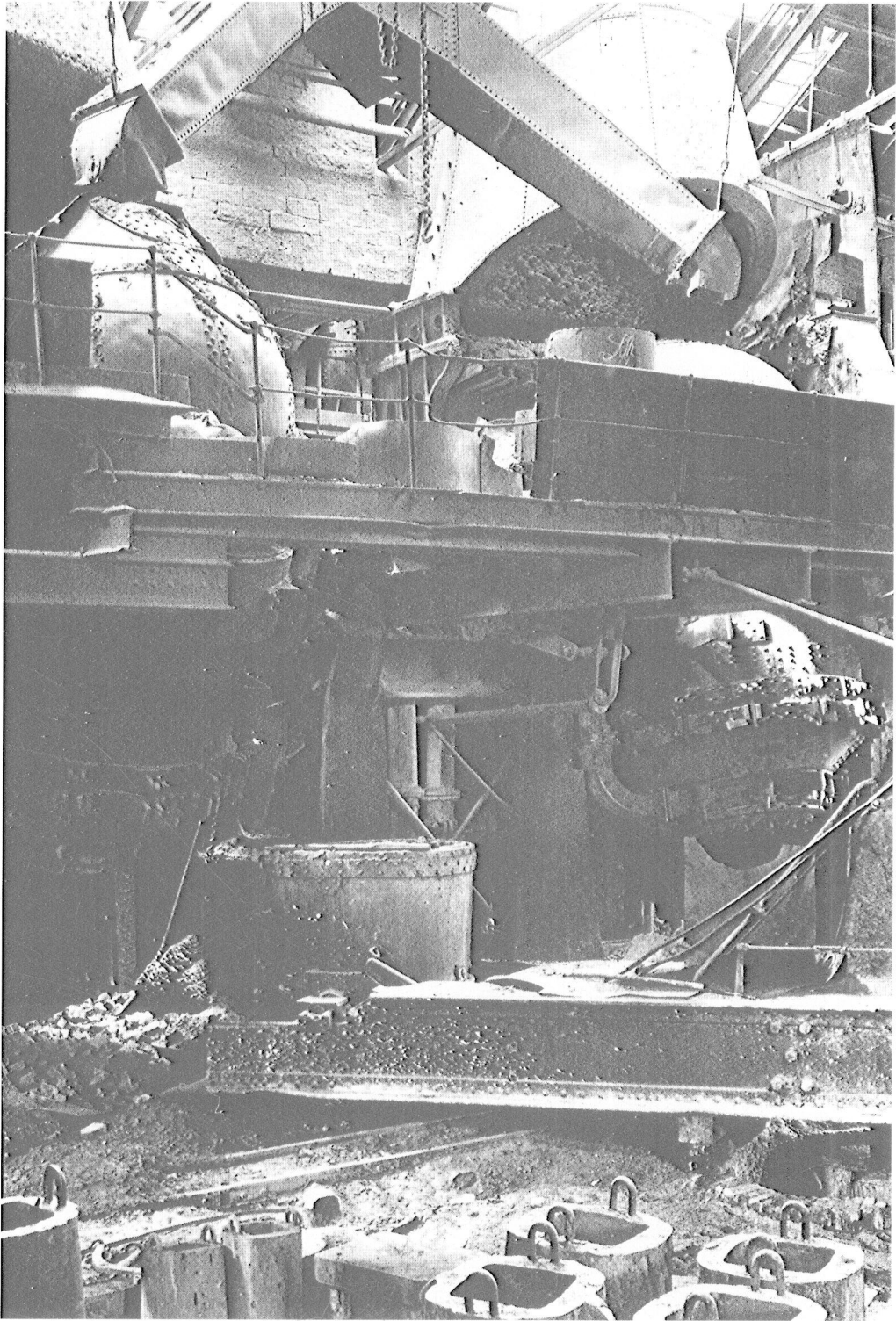
最初采用 Siemens-Martin 平炉法(再生加热原理)熔化轧机的边角料。攻克了无数技术难关后,平炉也适合于从矿石中生产大量的钢。

用电生产钢是这里所要描述的另外一个阶段。这种冶炼方法的起源可以追溯到19世纪。直到近年,电的供应充足,这种方法才变得经济。

在过去的100年间,材料技术质量提高了,埃菲尔铁塔的典型事例可以给出例证。当时在结构方面进行优化设计,建造这个塔大约需要7000吨钢材,而现在只需2000吨钢就足够了,视觉上的效果将有相当大的不同……。

人类认识铁已有3000年的历史,而作为建筑材料,它的(及钢的)使用时间是相当短暂的(250年)。用铁和钢作承载构件可以划分为三个时期:铸铁(1780~1850年)、熟铁(1850~1900年)和钢(1880年至现在),演变过程是不固定的。铸铁和熟铁根据需要在很长时间内结合使用。早期的铁制承载结构一直很流行,在1850~1870年期间,设计方法发生了改变。简单结构当时在多方面都可以得到数学上的验证。因为Willam Rankine 详细而实用的弹性理论(Manual of Civil Engineering, 1859年),这是确定结构受力和定义锚栓强度的图解方法(基于以往木结构方面的设计经验)。现在工程师在图板上就可以进行结构设计。

1.11 钢厂详图



从熟铁到钢的变化(大约1880~1900年)允许使用更高的容许应力和更大的轧制截面,然而直到20世纪30年代才出现了下一个主要进展。焊接的出现引起了制造业领域根本的变化。设计的观念和构思不得不重新进行调整。是刚性节点提供的稳定性而不是斜撑导致了门式钢架原理的出现,这种结构形式对随后出现的结构形式有一定的影响,建筑风格也是一样。在设计方法方面,弹性理论和塑性理论相结合。如今,计算机使得我们可以对结构进行整体分析,实现对结构进行更精确的数学优化设计,例如,在设计中考虑次要因素的影响,如结构立面、外墙挂板和隔墙等。

较高尺寸精度半成品原料的发展(“接近净外形浇注”),材料性质的准确定义,电脑数值控制切削加工和焊接技术将继续使钢结构建筑成为人们关注的焦点。在重复利用方面,钢材的重复利用,增加了生态价值,在建筑工业中也起到了相当重要的作用,重复利用并不总是意味着将废料与原材料混合在一起。钢具有适应不同的环境条件的能力,能根据需要进行转换,便于拆除和重建,钢材的这些优点是其他材料所不具备的。

1.12 CNC(电脑数值控制)切割机上生产碟形梁



关于铁的学说

当追踪铁的技术进步在当今建筑上的重要位置时,一份重要的资料是 Jean-Baptiste Rondelet 撰写的五卷本著作《建筑艺术实践论》(Traité théorique et pratique de l'art de bâtir, 巴黎, 1802~1817年)。在 1810 年至 1881 年间,此部著作再版印刷了 16 次,其在建筑各个领域的技术推广的贡献几乎是一个世纪。所以, Rondelet 的著作影响了 Vitruvius、Alberto 和 Palladio 甚至于 Blondel 在建筑方面的著名论文。18 世纪作为启蒙时代和这期间内的第一部百科全书(Diderot 和 d'Alembert: Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, Paris, 1750~1780 年)以及 19 世纪和 20 世纪中建筑技术方面的教科书之间占据关键地位。在题为“装配工作”章节中主要涉及锚固、安装和屋架。铸铁构件技术在桥梁建设方面有引人瞩目的应用。给人深刻印象的例子是位于 Coalbrookdale 的桥梁、巴黎的 Pont des Arts 桥以及详细介绍了一系列具有代表性的桥梁。清晰的正视图详细给出了支撑和节点。技术的迅速发展导致文献内容持续的分化和专业化。总的来说“铁建筑学说”^[10]借助于各种形式的个人出版物不但使重要的学科联系稳步发展,而且导致重新考虑到现在为止很少引起人们注意的基础资源。

建筑工业行业杂志

创办于法国、英国、澳大利亚和德国的行业杂志从 1830 年开始在报导建筑行业所有领域的最新发展方面起到了重要作用。杂志 *Annales des Ponts et Chaussées* (巴黎, 1831~1934 年) 主要集中报导了工程方面的最新发展。Christian Friedrich Ludwig Förster 《建筑》(Allgemeine Bauzeitung, 维也纳, 1836~1916 年) 报导的内容最初有较广泛的阅读基础, 有意吸引(正像题目所表达的)“建筑师、工程师、装潢工人、建筑专家、经

济学家、承包商以及所有与建筑及其相关领域的发展成就相关的人员。”英文杂志 *The Builder* (1842~1966 年) 的副标题也显示了杂志的吸引力“这是一本有插图的、面向建筑师、工程师、考古学家、施工人员、卫生器具改造者和艺术爱好者的周刊”。

在新技术发展传播过程中的一个重要方面是关于著名结构的报导, 不仅通过特殊插图中按原物比例绘制的图形解释结构的功能和美感, 而且附加的详图可以观察到结构的系统以及节点。简短的描述伴有可视化的材料, 甚至结构计算也包含其中, 这可以使感兴趣的建筑师从工程的角度拓宽思路并且使工程师从建筑的审美观角度考虑最近的讨论意见。几十年来, 延续下来的一个范围广泛的话题是铁路的快速增长和所有与其相关的方方面面, 如铁路的路线、路基的优化、各种规模车站项目计划的编制, 直至设计及机车和全部车辆的制造。这些文章的内容可以在建筑方面的教科书中很快地找到或者被合并并在同一出版商印制的专家一览表内。这方面的一个好的例子是专著《德国建筑》(Deutsche Bauzeitung) (第三版, 柏林, 1893 年) 的出版商编撰的两卷本的论著 *Baukunde des Architekten*。

仅仅到了 20 世纪, 这种公共信息媒体的流行才开始逐渐缩减, 单独的学科开始越来越多地出版他们自己专家的著作。实际上, 一种学科语言障碍逐渐出现并确立下来。在建筑师和工程师的培训过程中, 直到近来才有人试图克服这种障碍并获得了不同程度的效果(例如, “多特蒙德建筑模型”有两门学科的演讲和计划)。

有关铁建筑方面的教科书

“用木材制作的坚固构件或用铁或其他金属制作坚固构件, 在设计原理上没有区

“我相信所有目前(也就是在我写作的当时, 与我所看到的迅速提高的铁的韧度成对比, 从那时起欢乐的英格兰人变成了戴着铁制面具的人)的赞同和联合是将建筑的思想限定在非金属性工作上, 这不是没有道理的。”^[10]

John Ruskin, 1880 年

别。惟一的区别在于部件的比例和尺寸, 这与两种材料的物理性质方面的差别相符合, 对于这一点应该十分清楚。更进一步地应该牢记, 金属没有或只有极小程度的木材作为建筑材料时的不足之处, 即: 金属不潮湿, 不用包裹, 不收缩或膨胀。但与木材相比, 线条状金属构件具有较大的柔性和弹性, 铸铁构件脆性大等缺点。通过比较可以发现, 线条状金属构件建造的结构比木材建造的结构更具有艺术性, 金属结构稳定, 但部件加工的机械工作量比木制结构的大。”^[11]

Gottfried Semper 在他的著作《风格》(Der Stil, 1863 年第 11 卷) 中表达的观点绝不是一个孤立的例子, 而是反映了当时建筑师们的潜在情绪。与有声望的建筑项目不相称的是其长时间地一直尾随铁的技术发展。很容易理解早期的教科书内容重复, 只是在标题上做文章。J. Langer 的著作《桥梁和屋架铁制建筑》(Die Eisenkonstruktionen für Brücken und Dachstühle) 继续介绍 Rondelet 先前曾描述过的铁制建筑的应用范围并将书的主要部分放在介绍新材料的未来发展上。

E. Brandt 在他的著作《钢建筑设计教程》(Lehrbuch der Eisenkonstruktionen, 1876 年) 的前言中写到: “首先必须做的是筛选过于华丽且正在发展的材料, 去掉建筑的陈旧形式, 代之以更新、更雅致的建筑形式。”^[12] 该书的章节分为材料性质、基本单元的连接(生铁和熟铁梁)和诸如楼面、屋顶、楼梯、凸肚窗、阳台等基本单元的设计, 章节排列顺序合理而实用。有一部分的内容是针对工程师的铁制屋顶的计算, 书上有许多详图。尝试介绍包括著名的建筑物如 Baltard 的市场大厅, Hittorf 设计的巴黎火车站北站 (Gare du Nord) 或者由 Schinkel 设计、位于柏林的建筑 Prince Carl 的铸铁楼梯, 通过努力使材料, 最重要的是它的建筑为社会所接受。