



www.okok.org

中华钢结构论坛精华集系列丛书（1）

普钢厂房结构设计

中华钢结构论坛 编著



3



人民交通出版社

China Communications Press

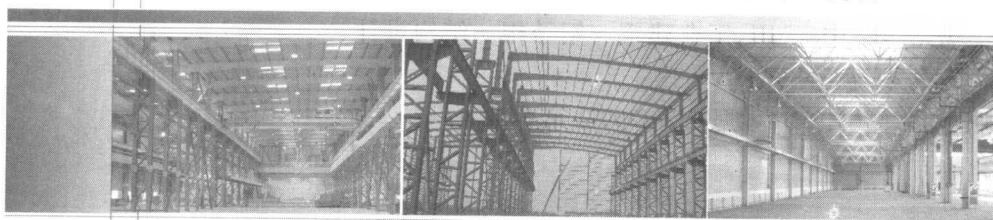


www.okok.org

中华钢结构论坛精华集系列丛书（1）

普钢厂房结构设计

中华钢结构论坛 编著



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书为中华钢结构论坛精华集系列丛书之一。

本书按照工程设计的习惯,将中华钢结构论坛(www.okok.org)上的有关内容精选归类,并深入整理完善后编写而成。本书汇集了大量普钢厂房结构设计的实例及常见问题,涉及基本概念、荷载条件、计算分析、结构体系、构件设计等多个方面,涵盖了普通钢结构厂房设计中的绝大多数问题。全书共七个部分三十五章,注重理论与实践相结合,力求实用、深入。

本书可供钢结构设计、施工及相关人员使用,对相关专业的师生亦有较大参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

普钢厂房结构设计 / 中华钢结构论坛编著. —北京: 人民交通出版社, 2007.4

ISBN 978-7-114-06494-4

I. 普... II. 中... III. 工业建筑—钢结构—结构设计
IV. TU393.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第046528号

书 名: 普钢厂房结构设计

著 作 者: 中华钢结构论坛

责任编辑: 陈志敏

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 25.5

字 数: 632 千

版 次: 2007年4月第1版

印 次: 2007年4月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06494-4

印 数: 0001—3000册

定 价: 50.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

中华钢结构论坛精华集系列丛书(1)

普钢厂房结构设计

编撰委员会

主 编:万叶青(机械工业第四设计研究院)

副主编:宋雪峰(北华航天工业学院)

参 编:袁 琪(北京龙安华诚建筑设计有限公司)

吴稀政(南京凯盛钢结构有限公司)

徐文雷(江苏天地钢结构集团有限公司)

主 审:袁 鑫(上海同基钢结构技术有限公司)

参 审:万叶青 宋雪峰 袁 琪 徐文雷

前言

Qianyan

中华钢结构论坛(www.okok.org)创立至今已近十个春秋,在广大会员的支持和全体管理人员的共同努力下,一直坚持公益,追求专业。迄今为止,论坛注册会员数超过 11 万,文章数量超过 65 万篇,逐步发展成为全球最优秀的结构专业网站之一。

在论坛上,发帖讨论的问题涉及面非常广泛,几乎涵盖了建筑学专业中的所有内容,既有工程中的实际问题,也有研究和教学中的理论分析;既有结构设计方法的讨论,也有技术、工艺的探究,或实验方法和数据,专业资源积累丰厚。为合理的整合和利用这些宝贵资源,更好的服务于社会,促进专业技术的发展,2004 年论坛组织人手编写了论坛的第一本精华集《结构理论与工程实践》,受到广大专业读者的欢迎。然而由于篇幅有限,论坛上的许多重要内容没能收录进去,使得读者感到意犹未尽。为存广求专,我们针对具体栏目,根据不同的结构类型和技术门类,编辑整理成更加细化的精华集系列丛书,《普钢厂房结构设计》是其中的第一本。

学无先后,术有专攻。在论坛上,会员的来源比较广泛,话题的发问和解答也时常会有落差,但大都是从各自不同的角度提出了具体的问题。既有入门的知识,也有难度较大的疑问,也产生了较为激烈的争论。由于广大工程技术人员、科研人员和学者的积极参与,产生了大量理论与实践紧密结合的例子,适合于各种层次工程技术人员阅读和参考。

本书是以论坛的“**S1. 普钢厂房结构**”专栏中的话题为基础整理得来的,重点是在大量工业建筑中的实际工程问题及其处理方法。整理过程中保留了每个话题的 id 号和首帖发布日期,便于读者在论坛上查找,进而参与话题、延伸讨论。

全书共分成七个部分,各个部分的整理编写人分别为:

第一部分“基本规定”:万叶青,吴稀政;
第二部分“荷载作用”:宋雪峰,万叶青;
第三部分“结构体系”:万叶青,袁琪;
第四部分“构件设计”:万叶青,徐文雷;
第五部分“吊车梁系统”:万叶青,袁琪;
第六部分“支撑体系”:万叶青,徐文雷,袁琪;
第七部分“节点及其他”:万叶青,吴稀政。

中华钢结构论坛

本书编委会

2006. 11



目录

Mulu

第一部分 基本规定	1
一、设计原则	3
1 一般问题	3
2 工程应用实例	5
3 小结	7
二、材料特性	8
1 一般问题	8
2 工程应用实例	11
3 小结	13
三、承载能力	15
1 强度问题	15
2 平面内稳定性	21
3 平面外稳定性	26
4 局部稳定性	27
四、变形控制	30
1 柱的位移	30
2 钢梁挠度	36
3 其他变形	39
4 小结	41
五、计算长度	43
1 柱平面内计算长度	43
2 柱平面外计算长度	45
3 梁平面内计算长度	49
4 梁平面外计算长度	51
5 其他计算长度问题	56
六、长细比	58

1 长细比的概念问题·····	58
2 抗震中的长细比要求·····	61
3 应用实例·····	67
第二部分 荷载作用 ·····	69
一、静荷载 ·····	71
1 楼、屋面恒载 ·····	71
2 墙面恒载·····	74
3 其他恒载问题·····	76
二、活荷载 ·····	79
1 活荷载取值·····	79
2 概念问题·····	81
3 计算处理·····	82
三、风、雪荷载 ·····	85
1 关于风荷载的概念·····	85
2 结构设计中的风荷载问题·····	89
3 雪荷载问题·····	92
四、吊车荷载 ·····	94
1 吊车荷载计算·····	94
2 多台吊车的组合问题·····	98
3 关于吊车工作制 ·····	100
五、地震作用 ·····	103
1 概念问题 ·····	103
2 抗震验算 ·····	105
3 工程应用 ·····	108
六、荷载组合 ·····	110
1 概念问题 ·····	110
2 组合计算 ·····	114
3 工程实例 ·····	116
七、动载及振动 ·····	119
1 相关概念 ·····	119
2 工程问题 ·····	121
第三部分 结构体系 ·····	125
一、钢结构厂房的概念(普钢与轻钢的区别) ·····	127
1 入门问题 ·····	127
2 设计概念 ·····	130
3 工程应用 ·····	132
二、单层钢结构厂房 ·····	136
1 一般问题讨论 ·····	136

2 关于刚架结构厂房	148
3 工程实例	152
三、框排架结构(包括夹层结构)	159
1 一般问题讨论	159
2 工程实例	161
3 结构计算	165
4 分析软件的应用	167
四、混凝土柱钢屋盖结构	169
1 结构方案	169
2 支座与节点	178
3 分析与计算	187
4 工程实例	193
五、抽柱厂房	201
1 结构方案	201
2 托梁设置与抽柱吊车梁	206
3 抽柱排架的计算	209
六、变形缝问题	212
1 基本原则	212
2 纵向设缝	215
3 横向设缝	217
第四部分 构件设计	221
一、柱构件	223
1 柱截面估计	223
2 H 型钢柱	225
3 格构柱	227
4 混凝土柱设计	228
二、屋面钢结构	230
1 钢屋架	230
2 钢梁	234
3 网架与空间结构	240
4 设计实例	249
三、与基础的连接	262
1 一般要求	262
2 柱脚连接	264
第五部分 吊车梁系统	269
一、吊车梁	271
1 吊车梁设计的一般规定	271
2 吊车梁设计中的实例应用	276

二、制动机构	281
1 制动机构的分类及原理	281
2 规范的应用与计算	282
3 连接问题	285
4 制动机构和走道板	286
5 工程应用实例	287
6 结语	289
三、吊车梁的焊接与连接	290
1 吊车梁焊接问题	290
2 连接方式	293
四、吊车轨道连接和车挡	298
1 轨道与连接	298
2 车挡及其他	302
3 图片	303
第六部分 支撑体系	305
一、支撑布置	307
1 屋面水平支撑布置	307
2 柱间支撑布置	310
3 屋面水平支撑与柱间支撑的配合	311
二、柱间支撑	312
1 柱间支撑的截面选择	312
2 柱间支撑的形式	315
3 柱间支撑的布置	319
4 柱间支撑的计算和应用	324
三、屋面支撑	327
1 概念问题	327
2 方案比较	331
3 工程实例	334
四、支撑连接	337
1 支撑连接	337
2 支撑节点设计	338
3 图片	341
第七部分 节点及其他	343
一、檩条设计	345
1 设计入门	345
2 檩条计算	348
3 工程实例	355
二、牛腿与节点	358



1 牛腿设计	358
2 连接节点	363
三、天窗结构	372
1 结构形式	372
2 建模计算	374
四、钢平台	377
1 方案设计	377
2 平台板	379
3 其他问题	381
五、组合结构	384
1 组合楼盖	384
2 其他问题	388
跋	393

第一部分

基本规定

- 关于设计原则
- 关于材料特性
- 关于承载能力
- 关于变形控制
- 关于计算长度
- 关于长细比

一、设计原则

整 理	wanyeqing2003(万叶青)
审 核	okok(袁鑫)



一般问题



钢结构的寿命是多少? (id=16967, 2002-11-01)

【gxs781015780801】: 钢结构房屋的使用寿命到底有多少年? 是不是与材料和当地的自然环境等有关。

【maoshanhao】: 我想前面所说的应该是普通的无污染厂房。钢结构的寿命与材料的性质、自然环境, 以及日常维护、制作加工工艺等都有很大的关系。不过, 我感觉现在的钢结构寿命没多少年。我自己做的也就十几年, 别人的(我的竞争对手们)真不知道能有几年的寿命。他们有的只追求价格的低廉, 而不讲质量。本来两道防锈漆, 现在有的一道都没有; 彩钢板用电镀锌的, 镀锌只有 70 克(标准最低 180 克); 两涂两烘变成了一涂一烘。现在真该规范一下市场了。

【木头】: 正常大气环境和应力状态下, 裸板的腐蚀深度约为每十年 0.4mm(某地的试验数据)。要是在有腐蚀条件的环境中, 腐蚀程度会更严重一点。而对于有防腐涂层或镀层的钢板, 使用寿命会长一些。正常使用和正常维护条件下才有设计使用寿命这一条, 没有附加条件, 建筑的使用寿命就没有办法限定。因此, 对这类建筑的说明应注明维护要求, 在什么条件下使用寿命是多少年, 如果只有几年的使用寿命, 性价比应是在所有结构形式中最差的了。正常的检测和维护以保证使用年限应是设计人员所关心的。

【laozh】: 钢结构的寿命, 即耐久性确实要提到议事日程, 自 1995 年以来, 轻钢结构的应用突飞猛进。行业协会对这一类结构只推广, 但却没有总结和研究其耐久性问题。这类建筑的耐久性等级是一类、二类, 还是三、四类要有一个明确的说法。应设立一个研究课题项目, 在国内开展调查研究, 由建设行政部门及行业协会筹资研究。如果是三、四类耐久建筑, 未能加以定义, 以后将有无穷的索赔官司要打。

【MBMA86】: 钢结构的寿命受多种因素的影响, 如板材的涂层、连接方式、螺钉等等。因此, 其寿命往往取决于建筑的许多细节。所以一个好的轻钢建筑必须是一个好的建筑系统, 而不是许多业主认为的“拿一些好的板材和大厂主次钢构拼装起来的就是最好的”。有了好的建筑系统, 20~30 年的寿命绝对不会有问题。国内外这样的例子很多。

【郭先生】:国家新规范是 50 年,具体建筑还要根据各种条件来定寿命,不能一概而论。对于设计人员,要牢记“质量终身负责制”。

【flywalker】:这个话题有点笼统,可以分两部分回答:

其一是结构的使用寿命。与设计的使用期限有关,一般为 50 年,但是正如郭先生所言,对结构是实行终身负责制的。当然在正常设计期限内,结构还是需要维护的。要做定期的检查、定期的补刷防锈漆等等。

其二是围护结构的寿命。这些就跟所使用的围护材料有很大的关系了,差别也很大。正常使用情况下,彩板 15 年的使用寿命应该没有多大问题。

就像人,结构如身体,彩板围护结构如衣服,只要身体没有问题,衣服坏了可以补,甚至换一件衣服也未尝不可。



油漆厂房能做钢结构吗? (id=45939,2003-12-21)

【flywalker】:油漆厂房一般有防腐、防火、防爆等要求,这种结构能不能采用钢结构? 维护能不能采用彩钢板? 请指教。

【lings191516】:钢结构厂房都有防腐、防火的处理,差别就在于防腐年限及消防逃生时限。至于油漆厂房的防爆,我认为用钢结构的更有利于这方面安排,原因有以下几个方面:

①钢结构的结构在发生爆炸时因自重轻、抗拉强度大,对建筑物周围人员造成的损伤较小,对设备造成的破坏也小。

②钢结构的屋面、墙面轻型围护在发生爆炸时,比砌体结构及混凝土结构易开裂,从而有导向作用,能减轻损伤程度。像贮存面粉、麦芽等的筒仓顶盖做轻钢就是这个道理。

③钢结构厂房易于通风,不易有毒或易爆气体集聚,也就不易爆炸了。

【ygpfb】:应该是可以做的,轻钢结构厂房的防腐、防火都可以做到。

①关于防腐:可以涂防腐涂料;

②关于防火:可以刷防火涂料;

③至于防爆:因钢材的抗拉、抗压、抗弯强度大,至少比土建结构更能防爆。



我国建筑物的耐久性问题。(id=73689,2004-10-23)

【DAXUKONG】:我国建设部于 20 世纪 80 年代的一项调查表明,国内大多数工业建筑物在使用 25~30 年后即需大修,处于严酷环境下的建筑物使用寿命仅为 15~20 年。民用建筑和公共建筑的使用环境相对较好,一般可维持 50 年以上,但室外的阳台、雨罩等露天构件的使用寿命通常仅有 30~40 年。桥梁、港工等基础设施工程的耐久性问题更为严重,由于钢筋的混凝土保护层过薄,且密实性差,许多工程建成后几年就出现钢筋锈蚀、混凝土开裂。海港码头一般使用十年左右就因混凝土顺筋开裂和剥落,需要大修。京津地区的城市立交桥由于冬天洒除冰盐及冰冻作用,使用十几年后就出现问题,有的不得不限载、大修或拆除。盐冻也对混凝土路面造成损害,东北地区一条高等级公路只经过一个冬天就大面积剥蚀。我国铁路隧道用低强度的 C15 混凝土作衬砌材料,密实度和抗渗性差,不耐地下水与机车废气侵蚀,开裂、渗漏严重。对几个路局所辖的隧道进行抽样调查表明,漏水的占 50.4%,其中 1/3 渗漏严重,并导致钢轨等配件锈蚀,以及电力牵引地段漏电,影响正常运行。而 1999 年颁布的《铁路



隧道设计规范》仍未能对隧道的耐久性问题提出适当的解决措施,如适当提高混凝土的最低强度等级和在混凝土中掺入化学纤维等。

【花中刺】:我们常提的设计基准期为 50 年,即在正常使用条件及正常维护条件下,确保其结构在 50 年内不出现安全问题!当然,不具有耐久性就有可能出现不安全因素。请问设计基准期又是如何定出的呢?

【wanyeqing2003】:如果你采用的是《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001),该规范采用的设计基准期为 50 年。

我国建筑物的耐久性问题可归纳为以下几个方面:

对于结构的使用年限应从两个方面来考虑:①结构自身的耐久性;②荷载最大值出现的概率。

在《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)等规范中都规定了极限状态结构应满足 $\gamma_0 \cdot S \leq R$ 。

当 $\gamma_0 \geq 1.1$ 时,使用年限是 100 年;

当 $\gamma_0 \geq 1.0$ 时,使用年限是 50 年;

当 $\gamma_0 \geq 0.9$ 时,使用年限是 5 年。

在《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)中规定:

当 $\gamma_0 \geq 0.95$ 时,使用年限是 25 年。

对于不同环境条件下结构的使用情况,《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)中规定了设计使用年限为 50 年或 100 年的要求。这就体现了对结构自身条件的要求,也即结构自身应具有一定的耐久性。

而对荷载的取值,《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)中采用的设计基准期为 50 年。

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)是以 50 年设计基准期超越概率为 10% 的地震加速度的设计取值。

设计时,应根据各方面的因素综合考虑。

以下是与结构耐久性相关的帖子:

http://www.okok.org/cgi-bin/ut/topic_show.cgi?id=2419

http://www.okok.org/cgi-bin/ut/topic_show.cgi?id=42715

http://www.okok.org/cgi-bin/ut/topic_show.cgi?id=30346

【随风漂流 11】:以前的建筑物,可能受当时的施工工艺、设计要求,以及所处的环境等因素的影响,耐久性存在很大的问题。但随着“按性能设计”的逐步实行,加之施工工艺等逐步完善,相信在这方面应该会有很大的提高。我觉得目前关键的是开发新材料,在新建的结构中增加能够提高其耐久性及其他性能的新型材料,并对旧建筑物考虑加固等问题。建筑物周围环境是变化的,今后需重视对建筑物的维护!



工程应用实例



有关《钢结构设计规范》中的屈曲后强度。(id=115388;2005-11-13)

【computer】:最近按照《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)计算刚架结构,屋面梁我选用了 H600~400×180×5×8。计算结果显示:

“腹板高厚比 $H_0/T_w=96.80>[H_0/T_w]=66.03$ ”。

而同一刚架上面另外一根梁用了 $H400\times150\times5\times6$, 断面计算结果显示:

“按 GB 50017 第 4.4.1 条考虑腹板屈曲后强度利用, 截面抗弯、抗剪承载力验算: $V<0.5V_u; M<M_f$; 考虑腹板屈曲后强度抗弯和抗剪承载力验算满足。”

因屋面梁属于承受静力荷载或间接承受动荷载作用的梁, 我可否这样认为: 等截面的梁, 用《钢结构设计规范》(GB 50017—2003) 计算时, 可以考虑屈后强度, 而变截面梁可以不考虑。因为我再按《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》(CECS 102: 2002) 算这根梁时, 又能够通过了。

对此我有些不解。

【nies117】: 并非如此, GB 50017 第 4.4.1 条既可用于等截面梁, 又可用于变截面梁, 只不过变截面梁的计算要复杂得多。因此, 有些软件如 STS 只考虑了等截面工字形梁腹板屈曲后强度抗弯和抗剪承载力的验算, 而没有考虑变截面梁的验算。

【tank_helicopter】: 变截面梁也是可以考虑屈曲后强度的。在《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》中, 关于构件计算的部分提到, 当楔率不大于 60mm/m 时, 可以考虑腹板屈曲后强度。记得 PKPM 程序中也有是否考虑屈曲后强度的选择功能。

注意: 梁柱端板连接不适用于重型厂房。(id=47242, 2004-01-07)

【flywalker】: 最近设计了一个重型厂房, 有权威人士提出: 梁柱的端板连接为半刚性连接, 并不适用于重型厂房, 重型厂房应该设计成刚性连接, 才符合现在的刚接计算模型。而且几个试验也证明了这一点。请各位高手发表高论。

【eddiechen】: 不是很清楚楼主的依据, 但依 AISC 最新版的 LRFD(3rd)。该形式的接合应该属于 Fully Restrained Moment Connections, 即“刚性接合”, 见图 1-1。

【FLYYU828】: 我理解为不是不好用, 而是按照计算和螺栓允许间距, 这样的接头很难达到等强连接。所以, 对于要求强节点弱构件或是抗震控制的结构, 尽量不要用这种节点。

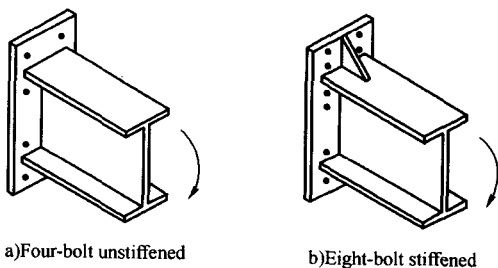


图 1-1 Configurations of extended end-plate FR moment connections

【lijingas】: 实际操作中主要是看设计院的理

解, 以及审图公司的认定。因为《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 9.2.3 中的第三条规定, 梁与柱的拼接的受弯、受剪极限承载力应分别能承受梁全截面屈服时受弯、受剪承载力的 1.2 倍。而采用端板连接很难达到这一条。

我们曾做过一个重型钢结构厂房, 地点在成都, 为 7 度区。我们的观点是: 上部为轻钢屋面, 横梁不可能出现塑性铰, 应该可以按照轻钢设计。

但审图人员不同意在这个项目中采用端板连接的结构形式! 最后我们还是按照框架的节点设计, 上下翼缘采用坡口焊接, 腹板采用双夹板。

【north steel】: 如果这种节点的连接设计满足梁与柱的拼接的受弯、受剪极限承载力应分别能承受梁全截面屈服时受弯、受剪承载力的 1.2 倍(地震区), 是不是就可以采用了? 有没有