

建筑 / 土木工程发言人讲稿

第四章

什么是不锈钢？

视频

百年不锈钢

<https://youtu.be/OgdZEruLYwo>



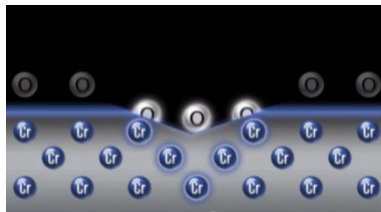
加入合金，提升价值

<https://youtu.be/L9kFExl1qFU>



自修复，提升价值

<https://youtu.be/ELOEvTnqIIY>



不锈钢是铁基合金，铬的含量至少有10.5%

表面氧化 (生锈)
> 20 μ m 厚度



< 11% 铬

表面钝化膜
~ 2nm 厚

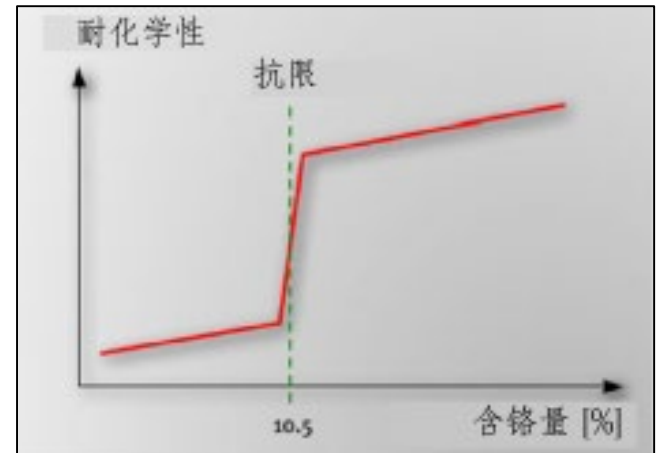


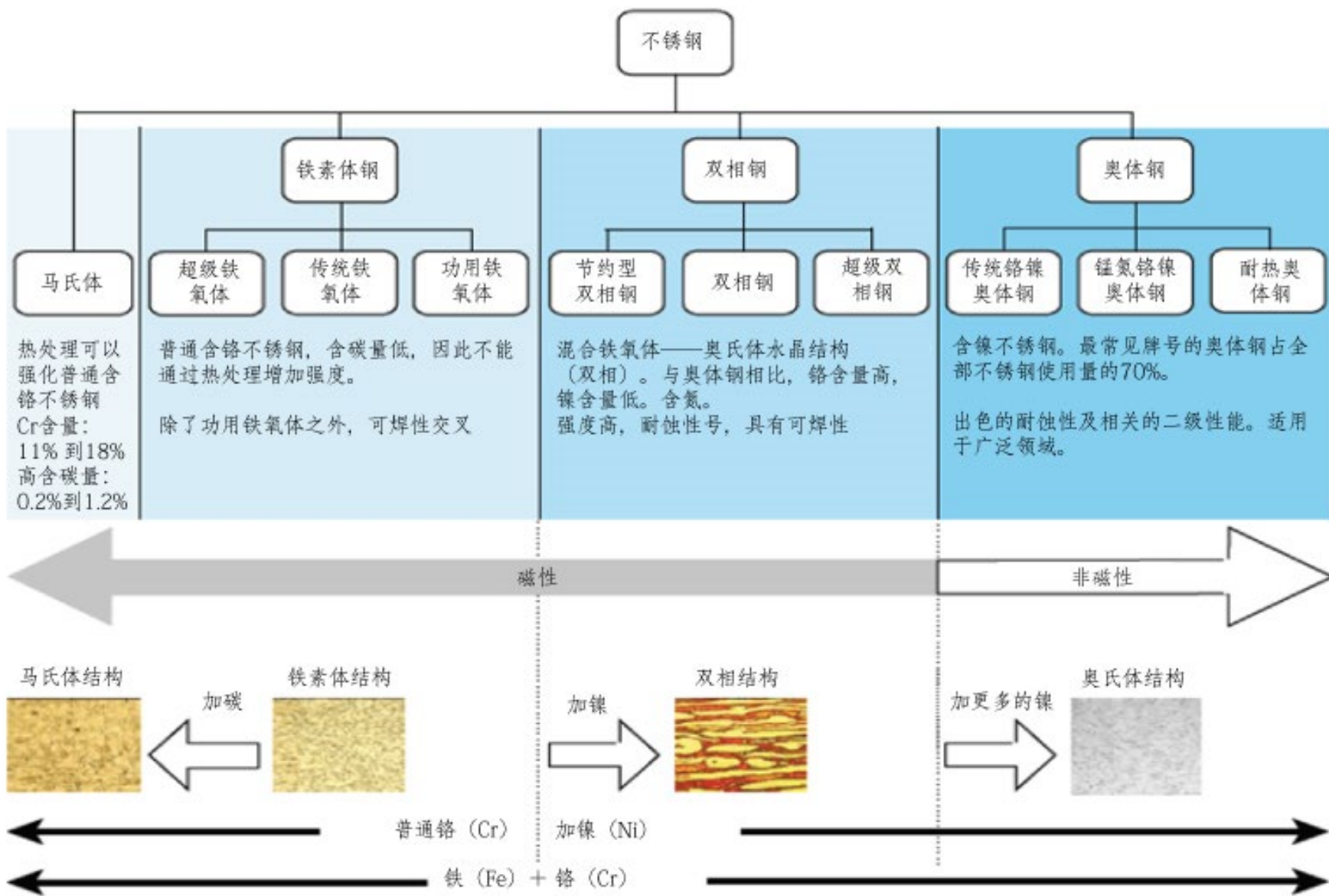
> 11% 铬

→ 抗腐蚀性

几分钟之内形成钝化膜

铬含量越高，钝化膜的有效性更强…… 但是还有其它影响耐蚀性的因素（参看第五章）





铬镍级（奥体钢）⁴

次类:

▪ 铬-镍	典型EN 1.4301/AISI 304	铬: 18	镍: 9	铁: 平衡
▪ 铬-镍-钼	典型EN 1.4401/AISI 316	铬: 18	镍 10 Mo: 2.5	铁: 平衡

通用性能:

- 非常好的耐蚀性，随着合金含量的增高而增高
- ... 但是在氯含量高的环境下（例如游泳池），容易产生应力腐蚀开裂SCC。
- 在各种温度下（包括非常低的温度）都具有较高的延展性和耐冲击强度
- 冷加工会提升强度（但热处理不行）
- 很好的耐火性
- 很好的冷热成形性（延展性，延伸性）
- 易焊接（TIG, MIG）

目前最知名也是最常用的

颜色代码： ▪ 耐蚀性 ▪ 机械性能 ▪ 制造

铬-锰级（含锰的奥氏体钢）⁵

典型等级：

- | | | | | | | |
|-----------|----------------------|------|-----|-----|--------|------|
| ▪ 铬-锰-镍-氮 | 典型EN 1.4372/AISI 201 | 铬：17 | 锰：7 | 镍：4 | 氮：0.15 | 铁：平衡 |
|-----------|----------------------|------|-----|-----|--------|------|

通用性能：

- 耐蚀性更小
- ... 但是更容SCC和点蚀，尤其是镍铬含量低的时候。
- 强度更高
- 冷成形差，因为加工容易硬化
- 机械加工性能差
- 更难焊接
- 比铬-镍奥氏体钢成本低，但比含铬铁素体钢高。

大多用在印度和中国

颜色代码： ▪ 耐蚀性 ▪ 机械性能 ▪ 加工

铬等级（铁素体钢）⁶

次类别：

▪ 铬	典型EN 1.4016/AISI 430	铬: 17	铁: 平衡
▪ 铬-钼	典型EN1.4521/AISI 444	铬: 18 钼: 2 钛+镍: 0.4	铁: 平衡

通用性能：

- 对应力腐蚀开裂不敏感
- 良好的延展性（但不如奥体钢）
- 不适合特别低的温度
- 冷加工后多少会增加强度（但是热处理不行）
- 很好的冷成形能力：（回弹小，工具磨损低，但是延伸性低，因此需要与奥体钢不同的拉伸工艺）
- 级别稳定（即：含铅和/或噻）（TIG, MIG）

为多种应用提供最优的性价比，现在越来越多的得以使用

颜色代码： ▪ 耐腐蚀性 ▪ 机械性能 ▪ 加工

Cr 等级（马氏体钢）⁷

子类：

▪ C-Cr	典型EN1.4021/AISI 420	Cr: 13 C:0.2	Fe: 平衡
▪ C-Cr-Ni	典型EN1.4057/AISI431	Cr: 16 Ni: 2 C: 0.2	Fe: 平衡
▪ 沉淀硬化	典型EN1.4542/AISI630	Cr: 17 Ni: 4 Cu:4	Fe: 平衡

通用性能：

- 不错的耐腐蚀性，合金含量越高，耐腐蚀性越强
- 热处理后强度增加（但冷处理达不到）。延伸性有限。
- 不适用于特别低的温度。
- 不适合成形，常用机械加工
- 具有可焊性（TIG, MIG），但是需要焊后热处理

被当作有耐腐蚀性的工程钢来使用

颜色代码： ▪ 耐腐蚀性 ▪ 机械性能 ▪ 加工

双相钢（奥氏体钢-铁素体）⁸

子类:

▪ Cr-Ni	典型EN1.4362	Cr: 23 Ni: 4	Fe: 平衡
▪ Cr-Ni-Mo	典型EN1.4462	Cr: 22 Ni: 5 Mo: 3	Fe: 平衡

常见性能:

- 优越的耐腐蚀性，随着合金含量增高而增高
- 对应力腐蚀开裂不敏感
- 高强度，良好的延展性
- 冷加工后强度加强（但热加工不能提升强度）
- 良好的冷热成形性能（延展性，延伸性）
- 可焊性（TIG, MIG）

提供最佳的耐腐蚀性和机械性能

颜色代码： ▪ 耐腐蚀性 ▪ 机械性能 ▪ 加工

物理性能^{9, 10}

材料	弹性模量 Gpa	热膨胀系数 $10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$	导热系数 $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$	铁磁性	密度Kg/dm ³
Cr-Ni 奥体钢	210	18	15	不	7.8
Cr-Mn 奥体钢	210	17	15	不	7.8
Cr 铁素体钢	220	11	23	是	7.7
Cr-Ni (Mo)-N 双相钢	210	14	15	中间	7.8
Cr-C 玛氏体钢	215	11	30	是	7.7
碳钢	210	12	18	是	7.8
铜	135	17	380	不	8.3
铝	70	22	230	不	2.7
玻璃	65	9	1,7	不	2.5
水泥	48	10	1	不	2.5

不锈钢标准

重要的全球标准

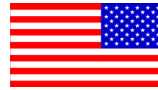
ISO



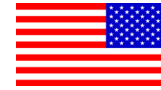
EN



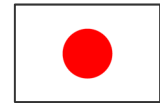
ASTM/AISI



UNS



JIS



注：

大多国家都会参考上述标准，它们被广为接受。
上述所有标准中，很多等级分类都非常类似。

美国标准请安：

参考资料 11

欧洲标准：

参考资料12

提供相应表格：

参考资料13 - 15

建筑施工中使用的主要等级： EN 10088-4（薄钢板/钢板/钢带）^{16, 17}

级别	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	其它 Wt%	典型用于 ^{3,4}
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	—	—	加热或为加热的内饰
4016	430	0,04	16,5	—	—	—	装饰性内饰覆层
4509	S43932	0,02	18	—	—	Nb Ti	内陆屋顶和雨水管——通常镀锡来增加光泽
4510	439	0,02	17	—	—	Ti	
4521	444	0,02	17,8	—	2,1	Ti	家用水暖市场
4301	304	0,04	18,1	8,1	—	—	非沿海区正常工业黄静下的建筑内饰和外部
4307	304L	0,02	18,1	8,1	—	—	
4306	304L	0,02	18,2	10,1	—	—	
4401	316	0,04	17,2	10,1	2,1	—	潮湿环境、沿海区域，重度工业污染环境，或者有除冰盐问题的公路周边。
4404	316L	0,02	17,2	10,1	2,1	—	
4571	316Ti	0,04	16,8	10,9	2,1	Ti	
4529	N08926	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	公路隧道和室内游泳池
4547		0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
	S31254						

建筑施工中的主要等级： EN 10088-5（棒材/线材/型材）¹⁸

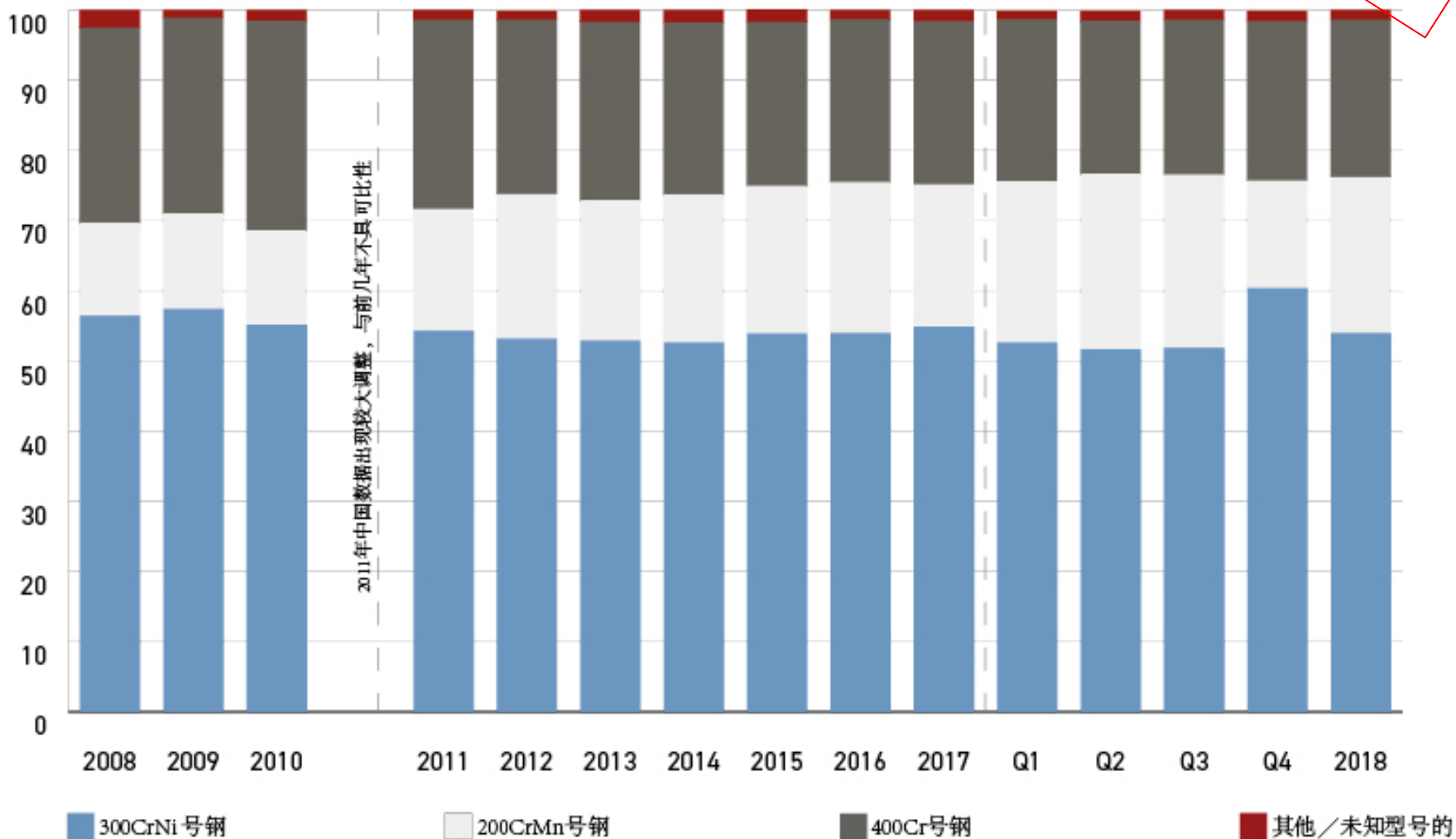
级别	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	其它 Wt%	典型用于 ⁶
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	—	—	
4016	430	0,04	16,5	—	—	—	板岩钩
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu, Nb	拉杆
4301	304	0,04	18,1	8,1	—	—	钢筋 A2 紧固件
4307	304L	0,02	18,1	8,1	—	—	
4311	304N	0,02	18,1	8,6	—	N	
4567	304Cu	0,02	17,1	8,6	—	Cu	
4401	316	0,05	16,6	10,1	2,1	—	在远离海岸的正常工业环境中用于建筑内部和外部。
4404	316L	0,02	16,6	10,1	2,1	—	
4429	« 316LN »	0,02	16,6	11,1	2,6	N	
4529	« 926 »	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	公路隧道和室内游泳池
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	钢筋和机械组件
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	钢筋和机械组件

全球不锈钢产量各类别细分



全球产量按不同类别细分¹⁹

新!



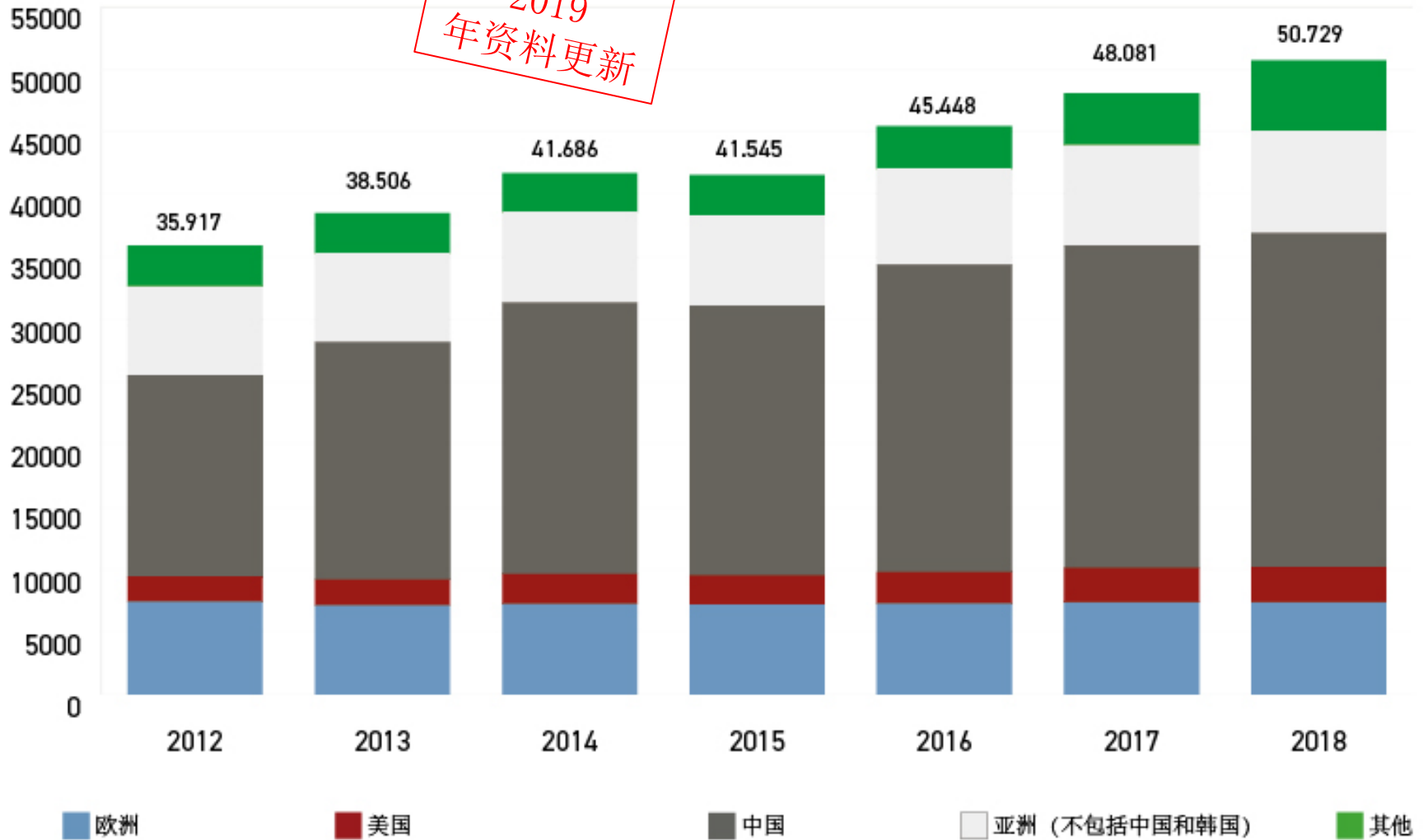
由于镍的价格高，因此倾向于用铬 - 锰或铬级钢来代替常用的铬镍级钢

今天双相钢产量很低，但未来可望增长

各地区不锈钢粗钢产量（钢板/钢锭当量）（单位：千公吨）

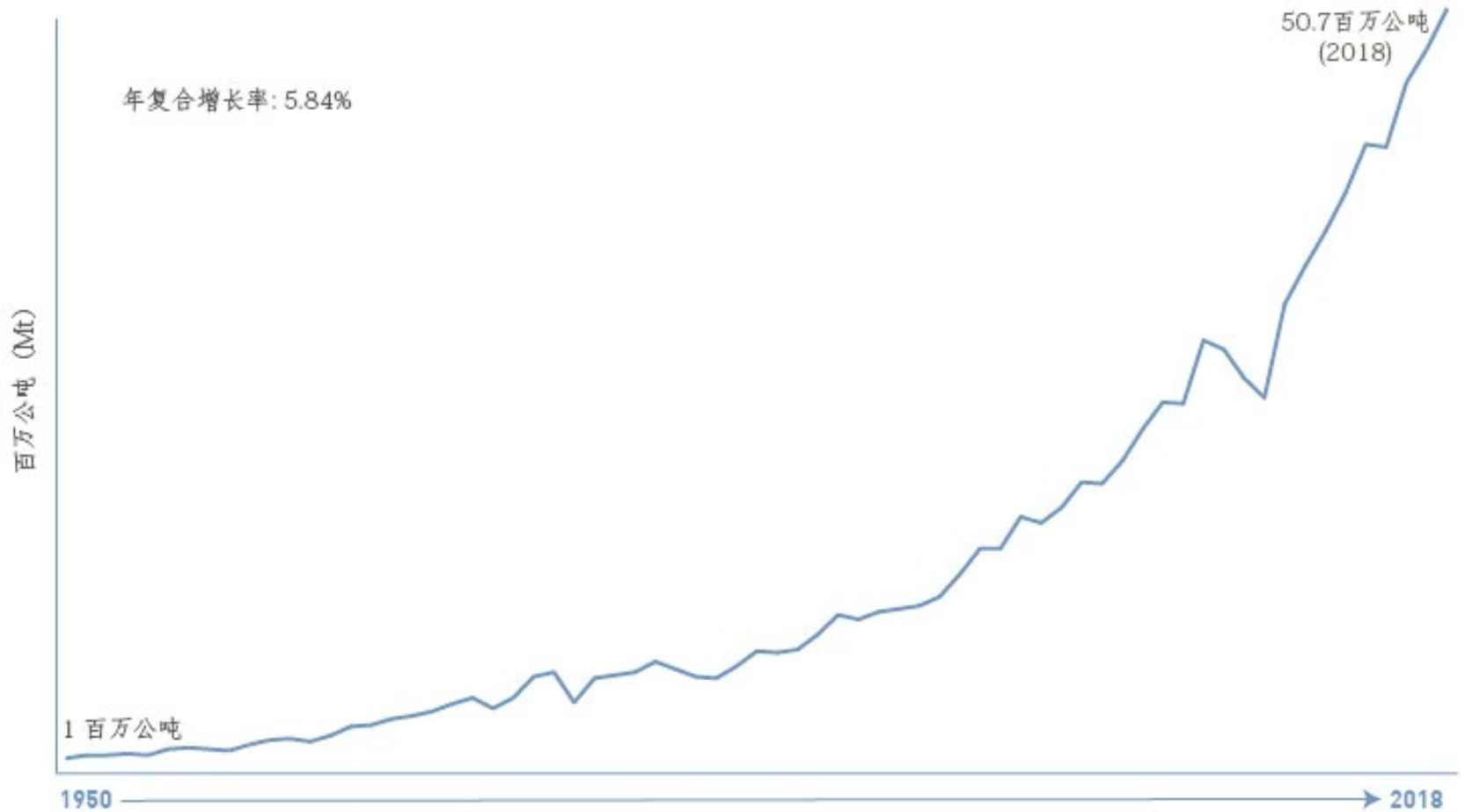
其他：巴西、俄罗斯、南非、韩国、印度尼西亚

2019
年资料更新



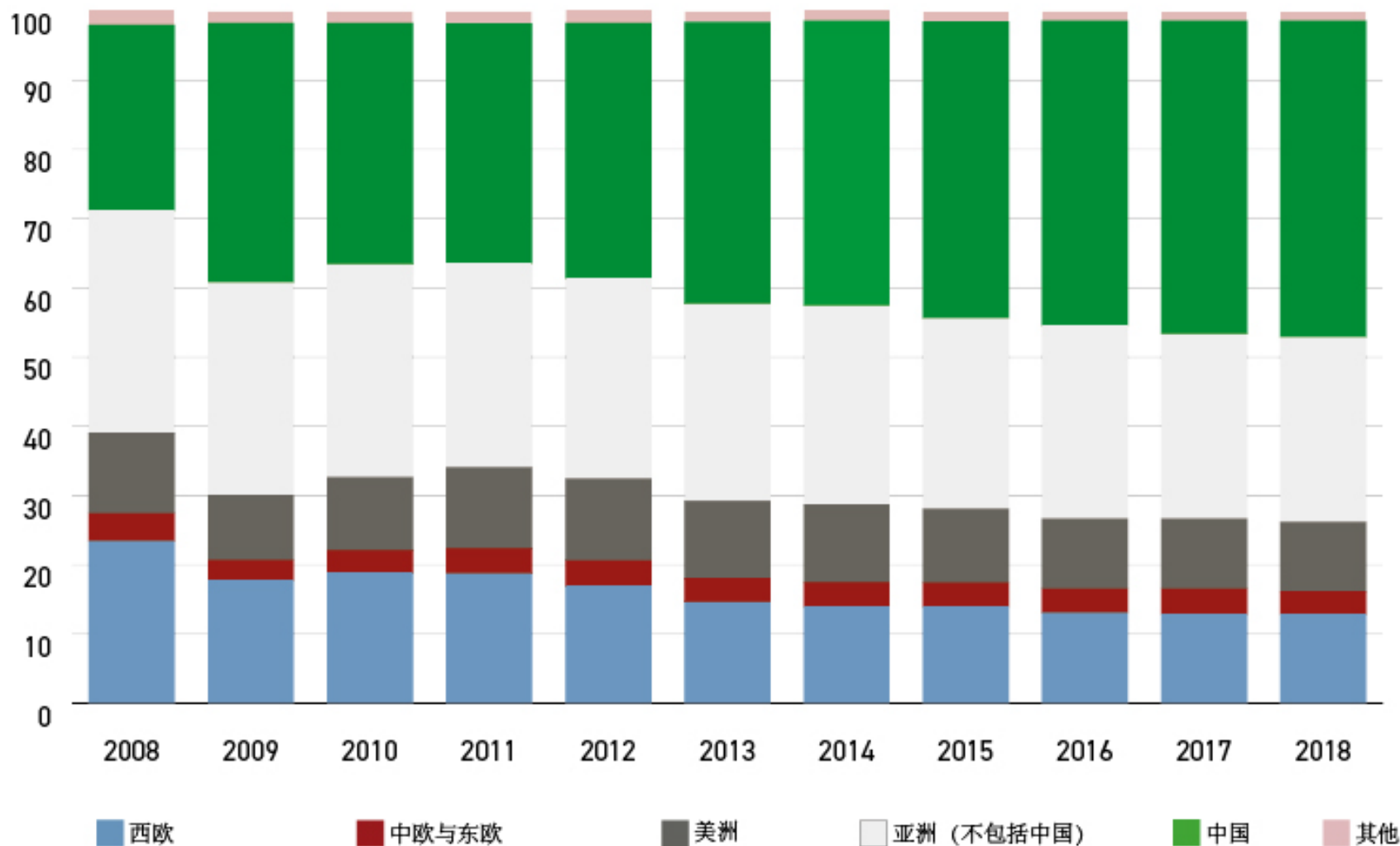
国际不锈钢粗钢产量年复合增长率 (钢板/钢锭当量)

2019
年资料更新



各地区不锈钢的表观使用量

2019
年资料更新



参考文献 (1/2)

1. <https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
2. <http://www.outokumpu.com/en/stainless-steel/about-stainless-steel/stainless-steel-types/pages/default.aspx>
3. D. Peckner Handbook of Stainless Steels Hardcover - June, 1977 ISBN-13: 978-0070491472 ISBN-10: 007049147X
4. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf
5. New « 200 series steels »: An opportunity or a threat to the image of stainless steel? http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters
6. The ferritic solution [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF The Ferritic Solution Chinese.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_The_Ferritic_Solution_Chinese.pdf)
7. Martensitic stainless steels [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF Martensitic Stainless Steels.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Martensitic_Stainless_Steels.pdf)
8. Duplex stainless steels: <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/architecture/structural-duplex-stainless.php?d=1>
9. https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistanceI_14057a_.pdf
10. [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro Inox/Tables TechnicalProperties EN.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf)
11. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=370&featured=1>
13. <https://www.worldstainless.org/about-stainless/what-is-stainless-steel/standards/>

参考文献 (2/2)

14. Chemical composition of stainless steel flat products for general purposes to EN 10088-2: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=44>
15. Chemical composition of stainless steel long products for general purposes to EN 10088-3: <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=46>
16. EN 10088-4:2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes
www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_EN.pdf
17. Stainless steel flat products for building - the grades in EN 10088-4 explained:
<http://www.worldstainless.org/news/show/1881>
18. EN 10088-5: 2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes.
19. ISSF publication « Stainless steel in Figures »:
https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_in_Figures_2019_Chinese_public_version.pdf

感谢!