

浅谈山东省的砖瓦粘土替代资源

张尚坤^{1,2}, 王虹², 王敏², 张增奇², 徐忠仪³

(1. 中国地质大学, 北京 100037; 2. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013)

摘要 山东省因烧制砖瓦破坏的耕地多达 1 千余公顷, 本文从论述开发利用砖瓦粘土替代资源的意义入手, 系统分析了砖瓦粘土替代资源的评价指标和山东省砖瓦粘土替代资源的分布及质量特征, 从而为下一步评价、开发同类矿山提供了参考依据。

关键词 砖瓦粘土; 替代资源; 开发利用; 评价指标; 质量特征; 分布; 现状; 山东

中图分类号: P968 P619.23⁺1 文献标识码: A

山东省是农业大省, 农业在国民经济中占有十分重要的位置。然而, 随着经济和社会的不断发展, 建设用地和农业生产用地之间的矛盾变得日益突出。据不完全统计, 山东省每年采挖砖瓦粘土 4930 余万立方米, 若按平均采挖深度 3m 计, 约折合耕地 1643 公顷, 而全国因取土烧砖毁掉的耕地则多达数 10 万亩, 耕地破坏速度相当惊人。经济建设与耕地保护的矛盾越来越尖锐。为此, 国家提出 2005 年底关停全部粘土砖瓦窑厂, 以减少因烧砖取土对耕地造成的破坏。目前, 距最后的关停时限还有不到 2 年的时间, 如何在最短的时间内尽快查明山东省的砖瓦粘土替代资源状况, 为砖瓦生产企业提供足够的后备原料基地, 显得尤为迫切。

1 山东省砖瓦粘土替代资源的开发利用现状

砖瓦粘土替代资源属非传统矿产资源范畴, 它通常是指以前没有作为矿产资源开发利用的、不适合农林作物生长的页岩、泥岩、粘土岩等沉积岩石, 或上述岩石经浅变质形成的板岩、千枚岩等。利用它们替代粘土生产砖瓦, 在山东省已有先例。其中开发利用最早的是黄河引水干渠中的淤泥, 这种淤泥与一般粘土无论在成分上(矿物成分和化学成分)还是在物理性状上均相差不大, 以此为原料生产的砖瓦质量与一般砖瓦基本一致, 生产成本也相近, 所以, 目前在鲁西黄泛平原区已被广泛利用。20 世纪

90 年代初, 为了解决煤矸石的占压土地问题, 有关部门和企业联合攻关, 以煤矸石为主要原料生产空心砖, 并取得成功, 但生产成本较高, 没能形成市场。进入 20 世纪 90 年代末期, 随着国家相关政策的出台, 对煤矸石的开发利用又重新活跃。2002 年底, 沂源县鲁村煤矿建成 1 处年产 8000 万块煤矸石空心砖的生产线, 生产的空心砖质量优于普通砖, 但生产成本也较普通砖高 40% 左右, 主要供高档建筑使用。同年, 诸城、沂源等地的砖瓦生产企业又利用王氏群辛格庄组、早白垩世莱阳群水南组、中晚白垩世长清群馒头组之泥岩、页岩、砂质页岩、粉砂岩等进行了烧制实验, 烧成的普通砖外型美观、机械强度高, 总体质量可达国标 200 号标准。但每块砖成本较粘土砖高 5 分钱(人民币)左右。虽然如此, 在建筑部门有关政策鼓励下, 仍形成了小规模市场。

2 砖瓦粘土替代资源的评价指标

由于我国对上述砖瓦粘土替代资源(岩石)的开发利用起步较晚, 所以目前尚未制定相应的评价指标, 这为推广利用该资源造成较大困难。笔者参照砖瓦粘土和陶粒页岩的一般工业指标及部分企业的生产经验, 提出一个砖瓦粘土替代资源的初步评价指标, 以供大家参考。

2.1 矿物成分

粘土矿物总量一般应大于 30%, 并以伊利石、

*收稿日期 2004-03-04, 修订日期 2004-04-26, 编辑 张天祯

作者简介 张尚坤(1968-), 男, 山东平度人, 高级工程师, 主要从事地质矿产研究工作。

水云母、蒙脱石、高岭石等为主,方解石含量则越低越好,一般不宜大于 5%。粘土矿物含量偏低,则会影响原料的可塑性,不易成坯。方解石的含量偏高,则会影响砖瓦的强度,在烧制过程中或遇水易爆裂。

2.2 化学成分

替代原料的化学成分允许的波动范围较宽(表 1),下限和上限最大可差 17%。在这些化学成分

表 1 砖瓦粘土替代资源化学成分及允许波动范围(%)

化学成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	SO ₃	烧失量
波动范围	53 ~ 70	10 ~ 20	3 ~ 8	0 ~ 10	0 ~ 3	1 ~ 7	0 ~ 3	3 ~ 15

2.3 颗粒度要求

这里所说的颗粒度是指矿石中各矿物的自然粒度,而非机械破碎粒度。一般要求矿石结构要均匀,颗粒越细越好,小于 0.005 mm 的要占 10% 以上,大于 0.05 mm 的要少于 25%^[1]。细颗粒多的矿石适于制瓦和薄壁制品。

2.4 塑性指数

一般制砖用矿石的塑性指数应大于 7。由于对瓦的坚固性、密实性、抗渗能力的要求较高,以及坯体薄、外型较砖复杂,因此制瓦用替代资源的塑性指数相应要高些。

2.5 耐火度及膨胀率

耐火度是指砖瓦原料在烧结过程中开始变软熔化的温度,一般要求 1 100 ~ 1 300℃,在这一温度范围内,原料应具有良好的膨胀性能,一般要求膨胀率大于 2。

保护耕地是寻找砖瓦粘土替代资源的根本目的,企业利润是所有生产者追求的终极目标,所以在判断某种矿物原料能否成为砖瓦粘土替代资源时,除充分考虑上述质量因素外,经济因素也是一个不容忽视的重要指标。这里所说的经济指标包括两个前提条件,一是尊重已有利益,二是追求利益最大化。前者要求充分考虑评价目标上有没有以评价目标为依托的现有利益,后者要求充分考虑降低生产成本。所以,砖瓦粘土替代资源产地须是天然露头,且不宜农林耕植,而且对其开采不会对当地的生态环境、风景名胜造成破坏。评价的矿体必须具备良好的开采、加工条件,矿体最好分布于正地形,自然排

中, SiO₂ 和 Al₂O₃ 是矿石中的主要有益组分,其含量太低会影响坯体的成型和砖瓦的强度。Fe₂O₃ 是矿石中的有害元素,其含量越低越好,但一般要求小于 8% 即可,这样它只影响砖瓦的颜色,不会形成铁质黑斑而影响砖体的外观。CaO 也是矿石中有害组分之一,其含量过高,会降低矿石的耐火度和增大烧成收缩度,影响砖瓦质量。

水条件良好,矿石经长期风化、剥蚀,易开采、易加工。矿区内必须具有良好的交通运输条件,距离主干公路、大城镇较近,这样可以降低运输成本,提高企业利润。

3 山东省砖瓦粘土替代资源的分布及质量特征

研究表明,山东省的砖瓦粘土替代资源种类多、分布广、储量大,具有广阔的开发利用前景。除前面提到的黄河淤泥和煤矸石以外,可进行规模开发的还有震旦纪蓬莱群豹山口组和南庄组、寒武纪长清群馒头组、侏罗纪淄博群坊子组、白垩纪莱阳群水南组、大盛群田家楼组及王氏群辛格庄组地层单元中的有关岩石等。

3.1 白垩纪蓬莱群豹山口组和南庄组中的砖瓦粘土替代资源

主要为豹山口组和南庄组中的板岩和千枚岩。分布于蓬莱南部、福山臧格庄、栖霞北部、莱州等地。板岩和千枚岩的岩石结构皆较均匀,矿物粒度较细。
①板岩中粘土矿物含量 30% ~ 60%,方解石含量 3% ~ 5%,岩石化学成分为 SiO₂(53.2% ~ 59.5%), Al₂O₃(15.2% ~ 16.3%), Fe₂O₃(3.7% ~ 8.0%), CaO(5.7% ~ 7.9%), MgO(1.5% ~ 2.6%), K₂O + Na₂O(4.9% ~ 5.5%)。
②千枚岩的主要矿物成分为绢云母(22% ~ 50%)、绿泥石(10% ~ 30%)、石英(10% ~ 15%)、长石(25% ~ 35%)、方解石(1% ~ 5%)。岩石中尽管没有粘土矿物,但绢云母和绿泥石均由粘土矿物变质而成,在烧制过程中具有类似的效果。千枚岩的化学成分为 SiO₂(51.3% ~ 61.1%), Al₂O₃

(12.5% ~ 15.6%) , Fe_2O_3 (5.4% ~ 8.3%) , CaO (0.2% ~ 8.5%) , MgO (1.9% ~ 2.7%) , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (3.3% ~ 5.0%) 。从上述数据可以看出,豹山口组和南庄组中的板岩和千枚岩的质量指标符合烧制砖瓦的要求。唯一缺点是岩石较硬,粉碎难度较大。

3.2 寒武纪长清群馒头组中的砖瓦粘土替代资源

可开发利用的主要为馒头组上页岩段岩石,广泛分布于鲁中山区。岩性以紫色粉砂质页岩、页岩、砂岩为主,夹薄层石灰岩^[2]。该段岩石中粘土矿物(高岭土、水云母、蒙脱石)的总体含量在35%左右,方解石总体含量小于5%;岩石化学成分为 SiO_2 (59.7% ~ 66.6%) , Al_2O_3 (15.2% ~ 17.9%) , Fe_2O_3 (5.0% ~ 7.6%) , CaO (0.4% ~ 5.5%) , MgO (1.1% ~ 2.7%) , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (1.8% ~ 4.6%) ;可塑性指数达7~9,达到了烧制砖瓦的质量要求,该段岩石的矿物粒度变化较大,页岩粒度较细,砂岩粒度较粗,但总体符合指标要求。用该组岩石烧制的普通砖达到了国标150号标准。馒头组下页岩段除 CaO 含量较高外,其他组分与上页岩段相差不大,虽不能单独作为烧制砖瓦的原料加以利用,但可与上页岩段岩石搭配使用。

3.3 侏罗纪淄博群坊子组中的砖瓦粘土替代资源

坊子组以灰色调砂岩、页岩为主,夹粘土岩、砂砾岩及煤层,在全省分布局限,仅在淄博出露较好。岩石中粘土矿物总体含量介于30%~70%之间,方解石含量小于3%;岩石化学成分 SiO_2 (55.3% ~ 61.6%) , Al_2O_3 (16.3% ~ 18.9%) , Fe_2O_3 (0.8% ~ 3.6%) , CaO (0.5% ~ 2.5%) , MgO (1.0% ~ 2.3%) , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (1.5% ~ 4.4%) ,符合指标要求,可以作为砖瓦粘土的替代资源。

3.4 白垩纪莱阳群水南组中的砖瓦粘土替代资源

广泛分布于莱阳盆地、沂源盆地、蒙阴盆地北缘及诸城黄华店一带,由黄灰、灰色泥页岩夹凝灰岩、粉砂岩及少许泥灰岩组成。岩石结构较均匀,粒度较细。风化岩石遇水易软化,机械加工性能良好。岩石中粘土矿物平均含量大于40%,方解石含量变化较大,泥灰岩较厚的层位方解石含量超标,需简单剔除。其岩石化学成分(平均含量)为 SiO_2 62.6% , Al_2O_3 14.3% , Fe_2O_3 3.4% , CaO 5.1% , MgO 2.4% , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 4.4% ;可塑性指数8~11,质量符合砖瓦

粘土替代资源的指标要求。用该组岩石烧制而成的普通砖,其物理性能达到了国标200号标准。

3.5 白垩纪大盛群田家楼组中的砖瓦粘土替代资源

主要分布于沂沭断裂带内,岩性以杂色细砂岩、粉砂岩、泥岩为主,夹安山岩及少量泥灰岩、白云岩。岩石结构均匀,粒度总体较细。岩石中粘土矿物含量差别较大,细砂岩、粉砂岩中粘土矿物含量较低,一般在20%左右,泥岩中则含量较高,可达80%以上,二者加工混合后粘土矿物含量能够满足生产要求。方解石总体含量小于5%,但在泥灰岩、白云岩集中的层位方解石含量超标,需简单剔除,否则会影响砖瓦质量。岩石主要化学成分(平均含量)为: SiO_2 65.5% , Al_2O_3 16.1% , Fe_2O_3 3.6% , CaO 4.5% , MgO 3.3% , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 4.7% 。该组岩石可塑性较好,可塑指数12。与莱阳群水南组类似,风化岩石遇水易软化,机械加工性能良好。

3.6 白垩纪王氏群辛格庄组中的砖瓦粘土替代资源

广泛分布于胶莱拗陷中,岩性以杂色粉砂岩、泥岩、细砂岩为主,夹少许泥灰岩,偶尔可见中粗粒砂岩及含砾砂岩。岩石易风化,遇水易软化,利于开采加工。岩石中粘土矿物总体含量25%~70%,平均45%左右。多含有钙质结核,致使方解石含量增高,但一般不超过指标要求,无须剔除。当泥灰岩夹层厚度较大时,则需简单剔除,否则会影响砖瓦质量。岩石的主要化学成分(平均含量)为 SiO_2 65.2% , Al_2O_3 16.3% , Fe_2O_3 4.2% , CaO 3.9% , MgO 2.3% , $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 2.7% 。岩石可塑指数介于8~11之间。实验表明,用该套岩石烧制砖瓦工艺流程简单,烧成的砖瓦外型美观、机械性能好,可达国标200号标准。

4 结论

山东省砖瓦粘土替代资源种类多,分布广,资源丰富。用该类原料烧制的砖瓦质量符合建筑部门的有关要求。通过系统评价,可以为砖瓦生产企业提供足够的后备原料基地,为2005年全面关停粘土砖瓦窑厂奠定基础,从而实现保护耕地的总体目标。

(下转第45页)

参考文献：

[1] 固体矿产资源/储量分类 国家质量技术监督局 S].1999.

Present Condition and Suggestion of Sand Source Exploration in Tancheng County

LIN Zheng , ZHANG Qing

(Tancheng Bureau of Land and Resources , Shandong Tancheng 276100 , China)

Abstract Sand resource with good quality is very rich in Tancheng county , which mainly concentrates in Yihe and Shuhe river. It is mainly used as construction sand with very low exploration and utilization degree. Resource waste and unreasonable exploration occurred as well. Thus , it is very necessary to explore and protect sand resource reasonably.

Key words : Sand source ; present condition of exploration ; Tancheng in Shandong province

(上接第 42 页)

参考文献：

[1] 胡兆阳.非金属矿工业手册[M].北京:冶金工业出版社,1992.

[2] 张增奇,刘明渭.山东省岩石地质[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.

Brief Introduction to Substitute Resources of Brick Clay in Shandong Province

ZHANG Shang - kun^{1 2} , WANG Hong² , WANG Min² , ZHANG Zeng - qi² , XU Zhong - yi³

(1. China Geology University , Beijing 100037 , China ; 2. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences , Shandong Jinan 250013 , China ; 3. Shandong Geological Exploration Bureau , Shandong Jinan 250013 , China)

Abstract :Due to making bricks , 20000 Mu farmlands have been destroyed in Shandong province. Based on significance study of developing and using substitute resource of brick clay , evaluation ratio , distribution and quality characteristics are analysed , which provide reference base for evaluating and exploring this kind of mine.

Key words :Brick clay ; substitute resource ; explration and utilization ; evaluation ratio ; quality characteristics ; distribution ; present condition ; Shandong province